

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1895

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 30 mai 1895, à 1 heure

Par E. BRUN

Né à Paris le 21 septembre 1857

Licencié en droit

RÉGIME
DE L'ASSAINISSEMENT DE PARIS

CONSACRÉ PAR LA LOI DU 10 JUILLET 1894

ÉTUDE D'HYGIÈNE URBAINE

Président : M. PROUST, professeur.

*Juges : MM. { LABOULBÈNE, professeur.
CHARRIN, MÉNÉTRIER, agrégés.*

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical

PARIS

HENRI JOUVE

IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

15, RUE RACINE, 15

1895

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1895

THÈSE

N°

307

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 30 mai 1895, à 1 heure

Par E. BRUN

Né à Paris le 21 septembre 1857

Licencié en droit

RÉGIME
DE L'ASSAINISSEMENT DE PARIS

CONSACRÉ PAR LA LOI DU 10 JUILLET 1894

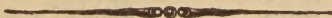
ÉTUDE D'HYGIÈNE URBAINE



Président : M. PROUST, professeur.

*Juges : MM. { LABOULBÈNE, professeur.
CHARRIN, MÉNETRIER, agrégés.*

*Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties
de l'enseignement médical.*



PARIS

HENRI JOUVE

IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

15, rue Racine, 15

1895

FACULTE DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen.	M. BROUARDEL.
Professeurs	MM.
Anatomie	FARABEUF.
Physiologie	CH. RICHET.
Physique médicale.	GARIEL.
Chimie organique et chimie minérale.	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale.	BAILLON.
Pathologie et thérapeutique générales.	BOUCHARD.
Pathologie médicale.	DIEULAFOY.
Pathologie chirurgicale.	DEBOVE.
Anatomie pathologique	LANNELONGUE.
Histologie.	CORNIL.
Opérations et appareils.	MATHIAS DUVAL.
Pharmacologie.	TERRIER.
Thérapeutique et matière médicale.	POUCHET.
Hygiène.	LANDOUZY.
Médecine légale.	PROUST.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	BROUARDEL.
Pathologie comparée et expérimentale.	LABOULBENE
	STRAUS.
	G. SEE.
Clinique médicale.	POTAIN.
	JACCOUD.
	HAYEM.
	GRANCHER.
Maladie des enfants.	
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale	JOFFROY.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	FOURNIER.
Clinique des maladies du système nerveux.	RAYMOND.
	TILLAUX.
Clinique chirurgicale.	BERGER.
	DUPLAY.
	LE DENTU.
Clinique des maladies des voies urinaires.	GUYON.
Clinique ophthalmologique.	PANAS.
Clinique d'accouchements.	TARNIER.
	PINARD.

Professeurs honoraires.

MM. SAPPEY, PAJOT, REGNAULD, VERNEUIL.

Agrégés en exercice.

MM. ALBARRAN	MM. DELBET	MM. MARIE	MM. RICARD
ANDRE	FAUCONNIER	MAYGRIER	ROGER
BALLET	GAUCHER	MÉNÉTRIER	SCHWARTZ
BAR	GILBERT	NELATON	SEBILEAU
BRISAUD	GLEYS	NETTER.	TUFFIER
BRUN	HEIM	POIRIER, chef	VARNIER
CHANTEMESSE	JALAGUIER	des travaux	VILLEJEAN
CHARRIN	LEJARS	anatomiques	WEISS
CHAUFFARD	LETULLE	QUENU	
DEJERINE	MARFAN	RETTIERER	

Secrétaire de la Faculté: M. Ch. PUPIN.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

A MA FAMILLE

A MES AMIS

A MONSIEUR LE DOCTEUR PROUST

Professeur à la Faculté de médecine de Paris
Inspecteur Général des services sanitaires
Membre de l'Académie de médecine
Médecin de l'Hôtel-Dieu

A TOUS MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

A MONSIEUR LE DOCTEUR MIQUEL

Directeur du service Micrographique
de l'Observatoire Municipal de Montsouris

RÉGIME

DE L'ASSAINISSEMENT DE PARIS

CONSACRÉ PAR LA LOI DU 10 JUILLET 1894

ÉTUDE D'HYGIÈNE URBAINE

INTRODUCTION

Par une loi du 10 juillet 1894, les pouvoirs publics ont consacré d'une manière définitive le système de l'assainissement de Paris, en prescrivant (art. 2) aux propriétaires des immeubles situés dans les rues pourvues d'un égout public, d'écouler souterrainement et directement à l'égout les matières solides et liquides des cabinets d'aisances de ces immeubles, et en autorisant la municipalité (art. 1^{er})

à se procurer les ressources nécessaires pour l'achèvement des travaux d'adduction d'eau de sources, du réseau des égouts et l'épandage total des eaux polluées.

Cette loi complète celle du 4 avril 1889 qui en avait posé les principes, en autorisant l'exécution des travaux destinés à porter sur le domaine d'Achères, les eaux des collecteurs urbains, *même chargées de matières excrémentitielles*.

Elle permet donc de réaliser le projet que la municipalité parisienne avait adopté en 1886, et que M. Loubet, ministre de l'intérieur, résumait ainsi devant la Chambre des Députés : « Exécuter par série, mais le plus rapidement possible, les travaux nécessaires pour réaliser ce double programme : tout à l'égout pour Paris, rien à la Seine pour la banlieue.

Elle ouvre définitivement la période de réalisation effective de la grande réforme sanitaire, réclamée par tous les hygiénistes et par le pouvoir législatif lui-même. La Chambre des Députés, à la suite de l'épidémie cholérique de 1890-1893, avait en effet adopté un ordre du jour invitant le gouvernement à prendre et à proposer les mesures nécessaires pour assurer le prompt achèvement de l'assainissement de la Seine.

Dès la promulgation de cette loi, l'administration municipale s'est occupée de la faire exécuter le plus promptement possible.

Un arrêté du 8 août 1894 a fixé les règles à suivre pour les installations nouvelles, tant dans les constructions neuves que dans les maisons anciennes.

Un second arrêté du 24 décembre 1894 a désigné les

voies dans lesquelles l'écoulement direct à l'égout est obligatoire.

Il sera suivi d'autres arrêtés semblables, au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'égout.

L'importance de cette loi est considérable au point de vue sanitaire.

« La vie est sans prix dit fort justement Baldwin Latham, le célèbre hygiéniste anglais, on ne saurait donc trop faire de grands sacrifices pour la garantir des mille causes de destruction qui la menacent.

Il y a un quart de siècle que des efforts sont faits en Angleterre pour améliorer les conditions sanitaires des agglomérations urbaines. En 25 ans, la mortalité de bien des villes a diminué de 5, 10, 20 et 30 0/0. A Londres, elle a diminué de 1846 à 1871 de 10 0/0 ».

Ces chiffres ne sont-ils pas éloquents, et les lois qui ont pour objet les mesures qui produisent de pareils résultats ne doivent-elles pas être considérées comme un bienfait pour l'humanité.

Nous avons cru devoir exposer le système actuel que cette loi consacre, faire connaître ce qui a déjà été fait, ce qui reste à faire, ainsi que les résultats obtenus et ceux que l'on est en droit d'espérer. Nous ferons connaître l'amélioration réalisée dans quelques grandes villes telles que Berlin, Odessa, etc... qui ont adopté le même système à l'exemple de Paris, de façon à en démontrer l'excellence, que la théorie avait indiquée depuis longtemps.

Nous ne doutons pas que cette réforme ne continue à abaisser la mortalité et la morbidité de la population

parisienne, et qu'elle ne provoque des imitations nombreuses dans nos villes des départements où, comme à Rouen notamment, la mortalité est encore de 35 0/0.

Si l'on songe que pour un cas de mort il y a au minimum 10 cas de maladie, on verra combien l'application de ces mesures évitera de souffrances à la population, et combien au point de vue économique il y aura de temps gagné pour le travail et par suite d'augmentation de bien-être pour les habitants.

Tel est l'objet de la présente thèse.

Nous avons cherché à dégager des nombreuses discussions qui ont eu lieu sur ce sujet, les faits destinés à appuyer notre démonstration pour laquelle nous suivrons l'ordre du système consacré par la loi du 10 juillet 1894, qui peut se résumer ainsi :

Emploi exclusif d'eau de source pour l'alimentation, l'eau de rivière étant réservée aux services publics et industriels.

Evacuation des eaux usées et des matières par un réseau d'égout, dont on poursuit l'achèvement suivant le type unitaire.

Conduite, épuration et utilisation des eaux d'égout par la méthode de l'épandage agricole.

Nous renvoyons aux traités spéciaux pour le détail des travaux et appareils dont nous ne citerons que le principe, afin de faire connaître leur mode de fonctionnement au seul point de vue qui nous occupe, c'est-à-dire de l'hygiène.

Avant d'aborder notre sujet, nous adressons nos remerciements à nos maîtres, MM. Germain Sée, Dieula-

foy, Lancereaux, Chantemesse, Marie, médecins des hôpitaux ; MM. Tillaux, Duplay, Polaillon, Walther, chirurgiens des hôpitaux, dont nous avons suivi l'enseignement éclairé et qui nous ont aidé de leurs conseils.

Nous exprimons notre gratitude à M. le Dr Miquel, directeur du service micrographique de l'Observatoire Municipal de Montsouris, dont les indications nous ont été si précieuses.

Nous prions notre maître, M. le professeur Proust, qui veut bien nous faire l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse, d'agréer ici l'expression renouvelée de nos sentiments les plus respectueux et reconnaissants.

CHAPITRE PREMIER

L'eau à Paris.

§ 1. — *Eaux de source.*

L'alimentation en eau de bonne qualité, d'une ville comme Paris, est d'une importance capitale au point de vue hygiénique. Sous ce rapport, la loi du 10 juillet 1894 donne à la municipalité parisienne le moyen d'augmenter la quantité déjà très considérable d'eau de source qu'elle reçoit, ainsi qu'on le verra dans le présent chapitre.

La population parisienne peut disposer à l'heure actuelle de 250.000 mètres cubes d'eau de sources, soit environ 100 litres par habitant.

Ces sources, sont : la Dhuis, la Vanne et l'Avre.

A ces 250.000 mètres cubes, s'en ajouteront bientôt 50.000 autres, fournis par les sources du Loing et de son affluent le Lunain, dont l'étude des travaux d'adduction est presque terminée.

Ce volume d'eau correspond au débit maximum, mais la quantité réelle d'eau amenée chaque jour n'est que de 160.000 mètres cubes, qui suffisent amplement pour les besoins de la population. Les eaux de sources non employées pour les usages domestiques sont utilisées par les services publics.

Il est donc possible de ne plus substituer l'eau de Seine à l'eau de source pendant les mois d'été, comme cela avait lieu au grand détriment de la santé publique.

L'arrêté préfectoral du 8 août 1894 interdit formellement de mettre en communication la canalisation d'eau de source et celle d'eau de rivière. Il consacre ainsi le régime d'une double canalisation, l'une destinée aux usages privés, l'autre aux usages industriels et aux services publics.

1° *La Dhuis*. — Les sources de la Dhuis, petit affluent du Surmelin qui se jette lui-même dans la Marne en amont de Mézy, sortent des terrains crayeux du bassin de Paris, à la limite des argiles de la Brie et de la craie blanche de la Champagne.

Elles sont amenées à Paris, depuis 1865, par un aqueduc de dérivation, formé de galeries en maçonnerie de 1 m. 76 à 1 m. 40 de largeur intérieure, et de tuyaux en fonte de 1 mètre à 1 m. 10, d'un développement de 131 kilomètres, y compris 16 kilomètres environ en siphons pour la traversée de 21 vallées, dont la profondeur maxima est de 73 mètres; il suit les coteaux qui bordent la Dhuis et la Marne, et aboutit à un vaste réservoir à deux étages situé à Ménilmontant.

L'étage supérieur de ce réservoir est réservé aux eaux de la Dhuis. L'eau de la Marne est élevée par l'usine de Saint-Maur dans l'étage inférieur.

Le débit de cette source assez irrégulier, est d'environ 20.000 mètres cubes par jour.

2° *Vanne*. — La Vanne naît dans le massif crayeux compris entre la haute Seine et l'Yonne, à Fontavanne, à 14 kilomètres à l'ouest de Troyes.

« Elle ne reçoit, dit M. Couche, à son origine, qu'une alimentation très affectée par les sécheresses, et c'est seulement dans la partie moyenne de son cours qu'elle recueille des sources de débit peu variable ».

Les sources recueillies se divisent en deux groupes, dont l'un est en moyenne de 20 mètres plus bas que l'autre. Les sources hautes descendent naturellement à Paris. On a été obligé de relever les sources basses, au moyen de quatre usines réparties sur la rivière de la Vanne, sur une étendue de 24 kilomètres. Ce sont les usines de Chigy, de la Forge, de Marly-le-Roi et de Maillot, qui peuvent élever journellement dans l'aqueduc un maximum de 147.000 mètres cubes. Ce chiffre n'est jamais atteint, l'aqueduc ne pouvant porter que 120.000 mètres cubes par jour.

L'aqueduc de la Vanne a 173 kilomètres de développement, sa construction compliquée a nécessité des parties voûtées, d'autres en tranchée, des arcades, des souterrains et des siphons. Il passe de la vallée de la Vanne dans celle de l'Yonne par un siphon de 4 kilomètres de développement, soutenu par un pont de béton aggloméré. Il franchit les sables de la forêt de Fontainebleau sur de longues et

hautes arcades, passe sur la Bièvre à l'aide d'un pont canal de 990 mètres de long, composé de 77 arcades. Il arrive enfin au grand réservoir de Montsouris à l'altitude de 80 mètres.

L'aqueduc de la Vanne peut amener à Paris 120.000 mètres cubes d'eau par jour.

Le réservoir de Montsouris a une capacité de 300.000 mètres cubes, il est à deux étages. Le réservoir supérieur est divisé en 28 compartiments.

3° *L'Avre*. — Les sources de l'Avre amenées à Paris depuis le mois de mars 1893, forment deux groupes. Le premier comprend une seule source, celle du Breuil, dans l'Eure. Le second est formé par les sources de la Vigne, petit affluent de l'Avre, qui comprennent les sources du Nouvet, d'Erigny, des Graviers et de Poisy, dans le département d'Eure-et-Loir.

Les eaux sont amenées par un aqueduc secondaire de 1,400 mètres de long jusqu'au débouché de la vallée de la Vigne, d'où vient un second aqueduc de 1600 mètres amenant les eaux du deuxième groupe.

Le grand aqueduc a un développement total de 102 kilomètres. Il suit d'abord les coteaux de la rive droite de la rivière de l'Eure, qu'il franchit au-delà de Dreux, traverse la forêt de Dreux, se développe sur le plateau mantais, passe à l'extrémité du parc de Versailles dans un souterrain de 7300 mètres de long, se continue en tranchée, puis en siphon, ensuite en souterrain sous le village de Garches pour déboucher directement dans les réservoirs

de Saint-Cloud, sur le versant nord du plateau de Montretout.

La conduite d'amenée à Paris, en tôle, de 1 m. 50 de diamètre, descend d'abord des hauteurs de Montretout, en tranchée, puis en galerie sur arches et arcades, franchit la route nationale et la Seine sur un pont aqueduc en face de la porte du Bois de Boulogne dite porte de Saint-Cloud, s'enfonce de nouveau en tranchée et arrive à la porte d'Auteuil pour verser les eaux de l'Avre dans la distribution intérieure de Paris, notamment dans le réservoir de Villejust qui alimente les arrondissements limitrophes.

L'aqueduc de l'Avre peut amener à Paris 110.000 mètres cubes d'eau par 24 heures.

Ces eaux, après avoir été reçues dans les réservoirs, en sortent pour pénétrer dans le réseau de distribution composé de conduites maitresses, de conduites accessoires et de conduites de service, sur lesquelles sont branchés les tuyaux d'origine de distribution privée, commandés par un robinet que l'administration seule peut manœuvrer. Elles pénètrent dans la maison par le branchement qui traverse le mur de façade et change de direction pour devenir la colonne montante, sur le parcours de laquelle sont greffés des branchements horizontaux qui portent l'eau dans les points à desservir.

Cette colonne est, bien entendu, fermée à la partie supérieure.

Les habitants n'ont donc d'autre eau à leur disposition que de l'eau de source, captée au lieu d'émergence avec

toutes les précautions voulues, amenée à l'abri de la lumière et de toute cause de contamination par des aqueducs couverts et des conduites fermées, jusqu'au robinet de consommation.

4° Analyse chimique et micrographique des eaux de sources,

Analyse chimique complète des eaux de sources

20 mars 1895.

Annuaire de Montsouris 1895.

	Dhuis		Vanne		Avre	
Acide carbonique total...	200 mg.9		186 mg.1		131 mg.1	
Matière organique (en oxygène)	1		1	2	4	0
Carbonates alcalino terreux (en ac. carb.)....	98	2	90	4	71	5
Degré hydrotimétrique total.....	24	6	21	5	17	7
Degré hydrotimétrique après ébullition	7	5	4	6	7	0
Acide carbonique demi-combiné.....	90	1	85	1	60	4
Acide sulfurique.....	12	4	2	6	6	0
Acide azotique.....	15	4	12	7	10	4
Chlore.....	7	0	6	0	16	0
Silice... ..	11	0	7	2	15	2
Chaux.....	118	0	120	0	95	0
Magnésie	13	8	2	2	4	2
Fer et albumine.....	0	9	0	6	0	7
Potassium	0	9	0	6	0	6
Sodium.....	6	6	3	3	5	2
	27 mg 61		240 mg 3		214 mg 7	
Résidu sec à 180°.....	286	0	256	0	240	0
Matière volatile.....	55	0	45	0	44	0

Analyse micrographique des eaux de sources
(bactéries par centimètre cube).

Moyennes mensuelles de l'année 1894 (inédit).

Mois	Vanne Réservoir		Dhuis Réservoir		Avre Réservoir
	1894	année normale	1894	année normale	1894
Janvier.....	993	1210	10300	6265	3450
Février.....	1250	2600	3400	6350	2825
Mars.....	855	2015	7950	5320	6235
Avril.....	410	1075	505	3785	995
Mai.....	1925	1150	555	1935	350
Juin.....	225	685	3310	1385	425
Juillet.....	210	855	2865	1375	165
Août.....	100	845	1080	820	950
Septembre.....	415	495	»	830	450
Octobre.....	350	920	»	1265	440
Novembre.....	500	830	»	7165	1330
Décembre.....	925	975	» (1)	10275	700
Moyennes ann.	680	1135	3745	3900	1525

D'où l'on déduit comme moyennes saisonnières :

Moyennes saisonnières (des eaux de sources).
Bactéries par centimètre cube

Saisons	Vanne Réservoir		Dhuis Réservoir		Avre
	1894	année normale	1894	année normale	1894
Hiver.....	1035	1940	7215	5980	4170
Printemps.....	855	970	1455	2370	590
Été.....	240	730	1970	1010	520
Automne.....	590	910	» (1)	6235	825
Moyennes ann.	680	1135	3545	3900	1525

1. Pendant les 4 derniers mois de l'année 1894, l'aqueduc de la Dhuis a été en réparation.

Ainsi qu'il est facile de s'en convaincre par l'inspection des tableaux précédents, les eaux de sources les plus pures, amenées à Paris, sont celles de la Vanne, puis viennent celles de l'Avre et enfin les eaux de la Dhuis.

§ 2. — *Eaux de rivières.*

1° *Eaux utilisées.* — Pour les services publics, lavage des rues, arrosage des voies publiques, promenades et plantations, et les usages industriels des particuliers, on emploie les eaux de rivière, dont l'approvisionnement est assuré en majeure partie par des machines élévatoires puisant l'eau directement dans la Seine et dans la Marne, et l'élevant à une hauteur moyenne de 60 m. 50, par des pompes, dans les conduites de refoulement.

Les eaux employées sont :

L'eau d'Ourcq,

L'eau de la Seine et de la Marne,

L'eau d'Arcueil et des puits artésiens,

L'excédent d'eau de source non employé au service privé.

Elles peuvent fournir un volume de plus de 500.000 mètres cubes.

2° *L'Ourcq.* — La rivière d'Ourcq prend sa source dans le département de l'Aisne, et se jette dans la Marne au-dessous de Lizy. Un canal la dérive près de Mareuil et se termine par le bassin de La Villette, où se fait le partage de ses eaux entre les besoins de la distribution

et ceux de la navigation des canaux Saint-Denis et Saint-Martin, qui réunissent la Seine à la Seine, de la Briche au point de l'arsenal.

Pendant les sécheresses, l'alimentation du canal peut devenir insuffisante. Elle est alors renforcée par deux usines hydrauliques installées à Trilbardou et Iles-les-Meldeuses, qui peuvent puiser en Marne 80000 mètres cubes d'eau par jour.

Le canal de l'Ourcq amène chaque jour à Paris 150.000 mètres cubes d'eau en moyenne.

3° *La Seine.* — L'alimentation du service public se fait à l'aide de l'eau puisée dans la Seine par sept usines élévatoires, dont six à vapeur : Ivry, Austerlitz, Bercy, Chaillot, Javel et Saint-Maur, et une hydraulique à Saint-Maur.

Quatre autres usines dites de relais, à vapeur, reprennent l'eau dans la canalisation intérieure ou dans les réservoirs inférieurs pour la porter aux étages les plus élevés ; ce sont celles de Ménilmontant, d'Ourcq, de Montrouge et de Montmartre (Saint-Pierre).

La consommation en eau de Seine est d'environ 120.000 mètres cubes par jour.

4° *La Marne.* — L'usine de Saint-Maur élève l'eau de la Marne dans l'étage inférieur du réservoir de Ménilmontant. Elle élève également dans le lac de Gravelle l'eau qui sert à alimenter le bois de Vincennes. De plus, pendant les sécheresses, quand l'alimentation du canal de

l'Ourcq est insuffisante, elle lui fournit le complément nécessaire.

La consommation en eau de Marne est d'environ 60.000 mètres cubes par jour.

Les eaux d'Arcueil, des puits artésiens, ainsi que les eaux de source non-utilisées par le service privé, sont employées pour les usages industriels et les divers services publics, dans la proportion de 30.000 mètres cubes par jour.

Dix-neuf réservoirs répartis dans Paris, dont les principaux sont destinés à recevoir les eaux de sources, contiennent une réserve d'eau maxima de 546.000 mètres cubes, dont 419.000 mètres cubes pour l'eau de source destinée aux usages privés et aux fontaines de puisage public, et 127.000 mètres cubes pour l'eau de rivière.

§ 3. — *De l'examen et des méthodes d'analyse des eaux.*

1. *Nécessité de l'examen.* — La qualité d'une eau dépend d'abord de sa composition chimique, et surtout des êtres qui pullulent dans son sein.

En effet, comme le dit M. Blanchard, si on laisse de côté les ectoparasites, tels que les acariens (*Demodex*, *Trombidium*, *sarcoptes*, etc.) et les insectes (poux, punaises, chiques, etc.) qui se propagent d'une façon très simple et connue, les parasites pénètrent à la faveur des aliments solides : soit avec les viandes (*tœnia solium*, *tœnia saginata*, *botriocéphalus latus*, *trichina spiralis*, etc...),

soit avec les herbes (*distoma hepaticum*, *linguacula rhinaria*, etc.), la plupart sont introduits avec l'eau des boissons dans laquelle ils sont capables de séjourner et de vivre un certain temps, en attendant d'être avalés par un hôte chez qui ils trouvent des conditions favorables à leur développement.

Le bacille d'Eberth et celui du choléra, notamment, sont introduits par elle dans l'organisme, ainsi que le prouvent les observations qu'il est facile de faire dans les campagnes :

Une famille, dans une maison de campagne isolée où la fièvre typhoïde est inconnue, tire son eau d'un puits situé dans la cour, en contre-bas d'un fumier dont les infiltrations ne peuvent manquer de pénétrer dans l'eau potable à chaque pluie. La famille reste en bonne santé.

Un jour arrive une personne atteinte de fièvre typhoïde dont les déjections sont jetées sur le fumier. Après une pluie abondante, toutes les personnes qui boivent l'eau du puits sont prises simultanément de fièvre typhoïde. Comment méconnaître là que l'eau du puits a tout à coup charrié quelque chose de nouveau, différant des souillures banales dont jadis elle était le véhicule.

D'ailleurs, la diminution constante et rapide de la mortalité par la fièvre typhoïde dans les villes qui ont amélioré leur alimentation en eau potable n'en est-elle pas une preuve (Vienne, Berlin, Odessa, Paris, etc...).

Une eau de rivière ne peut donc servir à l'alimentation ou aux usages domestiques *sans examen microscopique et bactériologique préalable*, que si elle est recueillie à

la source même, loin de toute habitation, de toute étable ou de tout dépôt de déjections humaines.

Si elle doit être charriée au loin, cette eau doit circuler à l'abri de toute cause de contamination.

2° *Méthode d'examen et procédés d'analyse.* — On peut reconnaître au microscope les corps en suspension dans les eaux, ce sont : des matières sablonneuses, argileuses, des débris de végétaux, des débris d'origine animale, des infusoires, des bactéries (microcoques, bactérium, bacilles spirilles, etc...), des œufs divers, des organismes plus ou moins complexes, algues vertes, diatomées, spores de moisissures, etc...

Les procédés actuellement en usage pour isoler les bactéries, consistent à mélanger un volume connu de ces eaux avec de la gélatine nutritive, liquéfiée au préalable à une basse température (30 à 35°); puis, ce mélange effectué, à laisser la gélatine se coaguler de nouveau et à la maintenir à une température de 20 à 22°. Après une durée d'incubation variable pour les diverses bactéries, on voit se former au sein de ce milieu solide, nutritif et transparent, des sphères ou des aggloméra diversement colorés qu'on appelle colonies bactériennes. On prélève au moyen d'un fil de platine stérilisé une parcelle de ces colonies dont on fait des cultures séparées et, au besoin, des inoculations chez les espèces animales.

Quant on veut compter les bactéries contenues dans une eau, et que cette eau est très impure, il est indispensable de la *diluer* c'est-à-dire d'en introduire un faible volume dans un fort volume d'eau purgée de tout germe, puis

on opère avec cette dilution comme avec les eaux naturelles peu chargées de microbes.

La détermination des organismes spécifiques : du typhus, du choléra, du tétanos, etc... a fait l'objet de travaux spéciaux dans le détail desquels nous ne saurions entrer dans cette étude générale.

Nous devons ajouter qu'à côté des caractères physiques des colonies et des cultures, on peut et on doit rechercher les caractères, soit chimiques, soit pathologiques, que les microbes eux-mêmes ou leurs sécrétions sont capables de déterminer.

CHAPITRE II

Evacuation des eaux usées.

Nous avons examiné, dans le chapitre précédent, de quelle façon la population était alimentée en eau de source d'après l'arrêté préfectoral du 8 août 1894. Nous avons suivi l'eau distribuée depuis sa source jusqu'au robinet de consommation, et nous avons vu que l'eau d'alimentation était à l'abri de toute cause de contamination jusqu'au moment de son emploi.

Il nous faut voir, maintenant, comment l'arrêté préfectoral du 8 août 1894 prescrit de se débarrasser des eaux usées.

On a comparé souvent, au point de vue de la consommation et de l'alimentation de l'eau, une ville à un organisme pourvu d'une circulation complète double.

L'eau, par des conduits de grandes dimensions, se distribue dans d'autres conduites de plus en plus petites, de plus en plus nombreuses pour servir à la vie des habitants, puis revient par des petites conduites, les tuyaux

de descente, des conduites plus importantes, les égouts, et des grosses conduites, les collecteurs, jusqu'aux endroits où elle sera purifiée.

Les conduites de distribution correspondent aux artères, qui fournissent le sang nécessaire à la vie des cellules, et les conduites d'évacuation aux veines, qui distribuent le sang veineux dans les organes chargés de le purifier et de le revivifier pour un nouvel usage.

1° *Eaux ménagères*. — Quand on n'a pas procédé à la construction d'appareils spéciaux, les eaux ménagères sont déversées sur la voie publique au moyen de vases portatifs, ou par l'intermédiaire de simples tuyaux ouverts par le bas, dans lesquels on jette le contenu des vases par les *plombs*. On voit malheureusement dans Paris beaucoup trop d'immeubles dans lesquels ces plombs existent encore.

La loi du 10 juillet 1894 et l'arrêté du 8 août suivant, feront disparaître ce déplorable système d'évacuation, si contraire aux principes les plus élémentaires de l'hygiène.

Quand l'eau a servi, quand elle s'est chargée de matières organiques, elle subit très vite la fermentation putride. Il est nécessaire de l'évacuer le plus rapidement possible, de la conduire assez loin en un temps très court pour que cette décomposition ne soit pas une cause d'infection de l'habitation, ni une cause de contamination du sol et de la nappe souterraine.

Les conduites d'évacuation doivent donc avoir un diamètre suffisant pour permettre un écoulement rapide, et

être pourvues d'appareils qui interceptent la communication entre l'air infecté des conduites et celui de l'habitation.

L'arrêté du 8 août 1894 prescrit à cet effet l'emploi de conduites de 8 centimètres au minimum (16 centimètres au maximum); l'installation d'une inflexion siphonide formant fermeture hydraulique permanente à l'origine supérieure de chacun des tuyaux d'eaux ménagères, et l'installation d'obturateurs à fermeture hydraulique permanente, interceptant toute communication directe avec l'atmosphère de l'égout. Il prescrit également l'aération continue des tuyaux.

Comment réalise-t-on ces prescriptions?

Les eaux usées sont versées sur des éviers, appareils récepteurs qui doivent par conséquent être formés d'une substance non poreuse, ne se laissant pas imprégner par les matières organiques, ou dans des vidoirs. Ceux-ci ne sont pas indispensables, la cuvette des cabinets d'aisances les remplacera d'autant mieux, qu'il y a avantage à faire passer la plus grande quantité d'eau possible par les conduits d'évacuation des matières de vidange. Elles passent ensuite dans les tuyaux de descente pour se rendre à l'égout.

Entre ces éviers et l'égout, sont installés des siphons, généralement au nombre de deux; le premier destiné à intercepter la communication entre l'air de l'habitation et celui des conduites évacuatrices, l'autre entre l'air de l'égout et celui des conduites.

Ces siphons sont de simples inflexions du conduit d'évacuation. Ils ne doivent présenter ni poches où les

matières puissent stagner, ni aucune anfractuosité; ils doivent pouvoir être évacués par des chasses d'eau. La hauteur de la colonne d'eau que les gaz venant de l'égout auraient à déplacer pour refluer à travers le siphon, doit être de 7 centimètres au moins. Cette hauteur s'appelle la plongée du siphon.

Ils peuvent être de plusieurs formes, en D, en U, en S. La plus généralement employée est la forme en S, elle permet de nettoyer plus facilement le siphon par une simple chasse d'eau.

Ces dispositions réalisent donc la fermeture permanente prescrite par l'arrêté du 8 août 1894.

Les eaux de lavage, de nettoyage et d'arrosage des rues sont évacuées par les égouts.

Les eaux industrielles sont évacuées avec les eaux ménagères. Dans certaines industri s où le volume d'eau évacué est considérable et atteint parfois des températures très élevées, certaines précautions spéciales doivent être prises, notamment l'obligation de les refroidir, de les neutraliser, de les décolorer, etc... Ces eaux sont évacuées dans les égouts par les branchements particuliers.

2° *Eaux pluviales.* — La quantité d'eau de pluie qui tombe à Paris, est d'environ 120.000 mètres cubes par 24 heures. La superficie de la ville est, en effet de 7802 hectares et la hauteur annuelle de la tranche de pluie en moyenne de 0 m. 560 mm. Elle a atteint 0,630 mm. en 1892, dont 0,150 mm. pour le seul mois d'octobre (*Annuaire de Montsouris*, pour 1895).

Il est donc indispensable de recueillir les eaux de pluie

pour éviter qu'elles ne ruissellent des toits sur le sol, où elles prendraient d'elles-mêmes un écoulement suivant la pente du terrain. Elles détérioreraient ainsi les voies non destinées à cet usage, y formeraient des dépôts où elles se putréfieraient et infecteraient le voisinage.

L'arrêté du 8 août 1894 indique que les eaux pluviales et ménagères peuvent s'écouler par le même tuyau de descente, distinct de celui des matières de vidange, pour aboutir directement à l'égout. Les canalisations doivent avoir une pente minima de trois centimètres, sauf dans certains cas exceptionnels où l'administration autorisera une pente plus faible, avec addition de réservoirs de chasse et autres moyens d'expulsion.

Les dispositions que nous avons rappelées pour l'évacuation des eaux ménagères sont donc les mêmes pour celles des eaux de pluie.

CHAPITRE III

Boues, immondices et matières de vidanges.

Avec l'évacuation des eaux usées, il nous faut voir ce qui concerne l'éloignement des boues, immondices et matières de vidanges.

Ainsi que le dit M. le professeur Proust, cette question si infime et si rebutante à tant d'égards, soulève les problèmes les plus graves et intéresse directement la prospérité de l'agriculture, la salubrité des villes et la richesse des nations. On peut dire que la question de l'éloignement des boues et immondices et des matières de vidanges est la première et la plus importante des questions sanitaires à l'ordre du jour.

Edwin Chadwick et John Simon avaient constaté que la diarrhée endémique qui existait dans certaines localités de l'Angleterre entraînait une mortalité de 7, 7 0/00 dans les localités qui souffraient de l'amoncellement fécal, de la souillure putride de l'air et des eaux, tandis qu'elle était nulle ou de 1 0/00 à peine dans celles qui se trou-

vaient naturellement drainées par leur position sur une hauteur, ou pourvues de bons systèmes d'adduction d'eau potable et d'éloignement des immondices.

L'importance de cette question est donc considérable.

§ 1. — *Boues et immondices.*

Jusqu'à la fin du xiii^e siècle on ne s'occupa point de régler l'enlèvement des boues et immondices.

Philippe Auguste, par une ordonnance de 1184, prescrivit aux bourgeois de se munir de tombereaux pour enlever les détritns de la vie humaine ; cette ordonnance ne fut pas exécutée, car en 1392 on renouvela la défense de ne point transporter sur la place de grève les fientes et vidanges de latrines.

En 1506, on établit une taxe pour l'enlèvement des boues, c'est l'origine de la taxe de balayage perçue de nos jours.

Les immondices et les matières fécales qui encombraient les rues, étaient transportés chaque jour aux différentes voiries établies aux portes de la ville.

Au xvii^e siècle, les voiries d'immondices furent distinctes des voiries de matières fécales.

En 1825, il y avait encore en service les voiries de la barrière de Montreuil, de la rue de Ménilmontant, de la rue Château-Landon, de la rue de la Victoire, de la barrière des Fourneaux, de la barrière d'Enfer, de l'ancienne barrière des Deux-Moulins. Ces voiries furent peu à peu supprimées et remplacées par trois grands dépôts d'im-

mondices formés : à l'entrée de Vincennes, à Montrouge et à Clichy ; ceux-ci ont eux-mêmes disparu.

Aujourd'hui la règle hygiénique relative aux immondices est observée. Cette règle bien simple s'énonce en ces termes : « suppression et dissémination immédiate des boues et immondices, sur les champs où ils doivent être utilisés comme engrais ».

Les déchets de cuisine, épluchures de légumes, os, vicères d'animaux, écailles, carapaces, matières diverses telles que cendres, poussières, etc., qui constituent les ordures ménagères, sont placées dans des boîtes spéciales que les propriétaires sont tenus de mettre à la disposition de leurs locataires dès 9 heures du soir (arrêté du 7 mars 1884), ces boîtes doivent être déposées chaque matin une heure avant le passage des cantonniers et journaliers chargés de les vider, pour être rentrées aussitôt après.

De grands tombereaux découverts, fournis par des entrepreneurs qui servent d'intermédiaires entre le service municipal et les cultivateurs, parcourent toutes les voies publiques chaque jour, de bonne heure, recueillent les ordures ménagères, et aussitôt chargés, gagnent les dépôts de la banlieue ou les gares de chemin de fer, d'où les « gadoues », nom qu'on donne à ces ordures, sont expédiées vers les régions de culture dans diverses directions.

Quant aux boues, aux produits de balayage des rues, ils sont en majeure partie envoyés aux égouts. Le reste est joint aux « gadoues » avec le rebut des marchés, halles, casernes, etc.

La dépense relative à l'enlèvement de ces « gadoues » a été de 1.885.931 fr. 31 pour l'année 1893.

§ 2. — *Matière de vidanges.*

Depuis les remarquables travaux de M. le professeur Bouchard sur les auto-intoxications, on sait que les produits élaborés par les cellules de l'organisme et rejetés avec les excréments sont essentiellement nuisibles. La bile, versée normalement dans l'intestin, a un pouvoir toxique tel que si la quantité que le foie en secrète passait directement dans le sang, l'homme s'empoisonnerait par sa bile en huit heures cinquante-sept minutes (Bouchard). Les cliniciens avaient d'ailleurs constaté depuis longtemps que les malades atteints d'ictère grave, chez lesquels les fonctions du foie sont considérablement amoindries et même parfois supprimées, succombaient rapidement.

L'urine normale d'un être humain injectée dans les veines d'un lapin le tue rapidement à la dose de quelques centimètres cubes (Charrin) de même les solutions de matières fécales, aqueuses et filtrées (Stich).

Les phénomènes d'intoxication déterminés par ces produits de l'organisme, ont, chose remarquable, une certaine analogie avec ceux que produisent le venin des serpents, crapauds, scorpions, etc., les alcaloïdes des plantes toxiques, belladone, aconit, etc...

Si d'autre part on considère que les microbes pathogènes des sujets atteints de maladies infectieuses aiguës ou chroniques (choléra, fièvre typhoïde, tuberculose, etc.), se rencontrent dans leurs matières fécales, on com-

prendra combien il importe d'éloigner le plus rapidement et le plus loin possible les matières alvines, et d'éviter qu'elles ne soient déversées dans l'eau des fleuves ou des rivières qui servent à l'alimentation.

L'arrêté du 8 août 1894 (art. 12) prescrit que cette évacuation sera faite directement à l'égout au moyen de canalisations parfaitement étanches, ventilées et prolongées dans le branchement particulier jusqu'à l'aplomb de l'égout public.

Nous allons voir ce qui existait antérieurement et comment on réalise cette prescription.

1° *Cabinets d'aisances.* — Autrefois, les lieux d'aisances étaient relégués dans un coin de la cour ou du jardin, communs à plusieurs familles dans les immeubles de rapport, et fort mal tenus.

Les hygiénistes demandaient depuis longtemps qu'ils fussent installés à côté des chambres habitées, bien aérés, nettoyés avec soin, etc...

Dans beaucoup de nouvelles constructions, les architectes avaient tenu compte de ces recommandations.

L'arrêté préfectoral du 8 août 1894 rend ces dispositions obligatoires. Il prescrit d'établir un cabinet d'aisances par appartement, par logement ou par série de trois chambres louées séparément. Ce cabinet doit être placé : soit dans l'appartement ou logement, soit à proximité du logement ou des chambres desservies.

Tout cabinet d'aisances doit être muni de réservoir ou d'appareil branché sur la canalisation, permettant de fournir une quantité d'eau suffisante pour assurer le

lavage complet des appareils d'évacuation, et entraîner rapidement les matières jusqu'à l'égout public.

L'eau ainsi livrée doit arriver dans des cuvettes de manière à former une chasse vigoureuse. Il en faut une quantité minima de 10 litres par habitant et par jour, permettant d'obtenir une chasse d'une vitesse de 4 mètres à 4 mètres $1/2$ par seconde (Masson).

Les systèmes d'appareils et leurs dispositions générales sont reçus par le service de l'assainissement de Paris avant leur mise en service.

Ces chasses d'eau sont obtenues à l'aide de réservoirs de chasse. Les uns sont automatiques, les autres mécaniques, à la volonté des propriétaires.

Les réservoirs qui doivent être préférés au point de vue de la projection des matières et du bon fonctionnement des siphons obturateurs, sont tout simplement des siphons s'amorçant d'eux-mêmes dès que l'eau a atteint dans le réservoir un niveau déterminé. Ce qui fait la distinction des divers appareils, c'est le procédé d'amorçage, partie la plus délicate de l'appareil. Ils sont utiles dans les cabinets très fréquentés, où l'on ne craint pas la dépense d'eau.

Les appareils mécaniques permettent d'obtenir une chasse par la simple traction d'une chaîne, qui met en jeu un mécanisme amorceur. Ils conviennent dans les maisons particulières et dépensent relativement peu d'eau.

Les appareils récepteurs des matières rendues au moment de la défécation, sont composés de la cuvette et du siphon.

Les cuvettes sont presque toutes faites d'après deux types principaux, le type conique et le type à retenue d'eau. Elles sont fabriquées en grès vernissé et faciles à nettoyer.

Quant aux siphons, nous en avons indiqué le principe dans le chapitre précédent, ils ne diffèrent pas des siphons adoptés sur les conduites d'eaux ménagères et d'eau de pluie. Ils sont, comme les cuvettes, en grès vernissé, doivent avoir une plongée de 7 centimètres au moins, pour intercepter le passage des gaz putrides venant du conduit d'évacuation, et sont ventilés par un tuyau qui débouche sur le toit, à l'air libre.

2° *Urinoirs.* — Les urinoirs, qu'au point de vue de l'hygiène il ne faut pas multiplier inutilement, sont de trois types principaux :

L'urinoir à plaque, dans lequel l'urine est projetée au moment de son émission contre une plaque imperméable, tombe dans une rigole disposée au pied de celle-ci et s'écoule à l'égout par un conduit d'évacuation siphonné.

L'urinoir à auge, dans lequel l'auge est toujours pleine d'eau. Il peut servir de vidoir.

L'urinoir à bassin, composé d'une cuvette en porcelaine, dont l'ouverture est dirigée en avant et en haut.

Les liquides de ces deux derniers types s'écoulent également à l'égout par une conduite siphonnée.

Ces dispositions, prescrites par l'arrêté du 8 août 1894, permettent l'application des principes d'hygiène qu'Arnoult formulait ainsi : « Expulser immédiatement de la

maison tous les matériaux usés et interdire le retour de tout produit putride. »

§ 3. — *Evacuation des matières de vidange.*

Les différents systèmes d'évacuation des matières fécales en usage à Paris sont : la vieille fosse fixe, la fosse mobile, la tinette filtrante et le tout à l'égout.

1^o *Fosses fixes.* — La création des fosses d'aisances fut rendue obligatoire par un arrêt du Parlement en date du 13 septembre 1533, confirmé par un édit de François I^{er} de 1539.

Dans les premiers temps, les fosses se réduisaient à de simples excavations pratiquées dans le sol. Les liquides s'infiltraient dans la terre perméable et infectaient la nappe souterraine qui alimente les puits.

Les habitations les plus luxueuses n'étaient pourvues que de système d'évacuation rudimentaire. Le palais de Versailles ne possède aucun cabinet d'aisances. Sous Louis XIV, chacun des hôtes du grand roi possédait dans sa garde-robe un meuble élégant et discret dont les valets de chambre allaient porter le contenu dans un coin du parc dissimulé sous les charmilles, au son d'une cloche qui annonçait le moment de procéder à cette opération.

En 1664, une ordonnance de Louis XIV prescrivit l'établissement de ventouses qu'on devait conduire de la fosse jusqu'au-dessus des combles. C'est l'origine des tuyaux d'évent.

Ce n'est qu'en 1800, qu'on décréta la construction de fosses véritablement étanches.

Enfin une ordonnance du 24 septembre 1819 modifiée par de fréquents arrêtés, notamment par celui du 1^{er} août 1862, règle la matière, pour les immeubles qui n'ont pas d'autre système d'évacuation, en attendant qu'ils soient pourvus du « tout à l'égout » conformément à la loi du 10 juillet 1894.

Les fosses fixes sont des récipients en maçonnerie, construits à un niveau plus bas que le sol de l'habitation, auquel aboutit le tuyau de chute des latrines.

La première des conditions qu'elles doivent remplir, c'est d'avoir des parois imperméables. L'expérience démontre que cette imperméabilité n'est jamais que temporaire; le ciment à la chaux dont on se sert pour les construire est attaqué par les matières fécales, des fuites se produisent, augmentées encore par l'ébranlement du sol résultant du roulement des voitures. Toutes les fosses fixes, au bout de peu de temps, laissent échapper leur contenu dans le sous-sol environnant. Les matières viennent infecter le sol et polluer la nappe souterraine et les puits du voisinage.

Les gaz qui se développent dans les fosses menacent incessamment de leur invasion les pièces habitées; il se fait un courant ascendant de la fosse vers les étages supérieurs, tel qu'en 24 heures il peut s'échapper par la lunette du siège 1165 mètres cubes d'après Erisman, 1300 d'après Pettenkofer. Cette ascension gazeuse peut varier suivant la température, la vitesse du vent, etc., de telle sorte qu'une habitation de 400 à 500 mètres cubes serait

aisément remplie plusieurs fois par jour de gaz stercoraux, si on n'y mettait obstacle.

On a donc cherché à remédier à ces inconvénients par la ventilation et la désinfection.

La ventilation est assurée actuellement par des tuyaux d'évent, à mi-chemin desquels on établit souvent un brûleur à gaz, destiné à faire un appel d'air constant de bas en haut. Cette méthode réussit bien à extraire les gaz de la fosse, mais ne les empêche pas de se répandre autour de la maison.

La désinfection est obtenue à l'aide de substances chimiques. Erismann en 1882, à la suite de nombreuses expériences, les avait classées de la manière suivante : sublimé, sulfate de fer, acide sulfurique dilué, terre de jardin, charbon de bois. Il faut ajouter l'huile lourde de houille, le crésyle, le lait de chaux, etc...

Dans une communication faite à l'Académie des Sciences le 3 décembre 1894, M. Vincent préconise l'emploi du sulfate de cuivre, dont on a renforcé l'activité avec une quantité d'acide sulfurique égale à 1 0/0 des matières fécales.

Il a trouvé qu'avec 6 kilos de sulfate de cuivre, il obtenait la désinfection d'un mètre cube de matières fécales et d'urine en 24 heures, pour les selles normales.

Il reconnaît d'ailleurs que la stérilisation absolue des matières fécales et liquides des fosses d'aisances, principalement lorsqu'elles sont putréfiées, est pratiquement irréalisable, à moins d'élever à un taux considérable et par conséquent fort coûteux, la proportion des désinfectants.

Quant à la vidange des fosses fixes, c'est un travail dangereux et répugnant. Il répand des odeurs fétides même quand on a soin de projeter à l'avance des désinfectants dans les fosses. Il comporte la circulation d'un matériel immonde, tonnes montées sur des roues avec ou sans pompe à bras ou à vapeur, wagons et bateaux-citer-nes, etc. Il coûte cher et provoque par suite la guerre à l'eau dans les maisons, car toute addition d'eau augmente le cube du contenu de la fosse, et en diminue la valeur comme engrais.

2° *Fosses mobiles*. — Ce sont des récipients cylindriques en bois imprégné d'huile ou de goudron, ou mieux en tôle galvanisée, d'une capacité qui varie de 80 à 300 litres. Les récipients de moins de 100 litres sont les meilleurs parce qu'ils sont les plus maniables.

Le tuyau de chute aboutit à un couvercle mobile, qui glisse sur lui et coiffe la tinette à laquelle il se fixe par une fermeture dite à « baïonnette ».

Les fosses mobiles nécessitent un double jeu de tinettes, parce que la vidange se fait par le remplacement de la tinette pleine par une tinette vide.

La tinette mobile constitue un progrès sur la fosse fixe, mais elle exige de grands soins de propreté. Elle doit être vidangée très fréquemment, et si cette opération n'est pas faite à temps, il se produit des débordements qui infectent le lieu où elle a été installée.

De toutes façons, les tinettes mobiles dégagent des gaz infects, et sous ce rapport, il y a lieu de leur appliquer les dispositions que nous avons indiquées pour les fosses fixes : ventilation, désinfection, etc.

3° *Système diviseur*. — Utilisé depuis 1867, il constitue un acheminement vers le tout à l'égout. C'est le tout à l'égout imparfait.

Ce système dont l'administration recommandait l'emploi en 1879 (notes du Directeur des Travaux), a été adopté en vue de retarder la putréfaction des matières fécales en les privant d'humidité, et de simplifier la vidange en diminuant le volume des matières à enlever de toute la partie liquide, urine et eau, qui est la plus abondante. Cet écoulement à l'égout public est réglementé par l'arrêté préfectoral du 20 novembre 1887.

On emploie le plus souvent la tinette filtrante, et le déversement des liquides à l'égout. Elle se compose d'un double cylindre en métal, dont l'extérieur sert d'enveloppe ; l'intérieur est criblé de trous pour laisser passer les liquides. Un couvercle distributeur s'applique sur le tout.

Les matières solides restent dans le cylindre intérieur, les autres s'écoulent à l'égout par un orifice pratiqué à la partie inférieure du cylindre extérieur.

On peut se rendre compte que l'appareil, alors même qu'il fonctionne bien, offre des inconvénients. Les matières, accumulées dans le récipient, sont remuées à chaque afflux nouveau et répandent leur odeur dans le voisinage. S'il survient un obstacle à l'écoulement, il offre alors tous les inconvénients de la fosse mobile. C'est l'hypocrisie du tout à l'égout avec de nombreux inconvénients.

4° *Chutes directes à l'égout*. — Ce dernier système

doit remplacer tous les autres, en vertu de la loi du 10 juillet 1894 et de l'arrêté préfectoral du 8 août suivant.

Il a pour principe le départ immédiat et la circulation continue des matériaux usés.

Le tuyau de chute conduit les eaux vannes dans l'égout public au moyen de branchements particuliers.

Jusqu'en 1887 les branchements particuliers se terminaient en impasse contre le mur de face, et la canalisation intérieure y venait déboucher par l'intermédiaire d'un siphon de pied en forme de gueule de cochon. Mais la plongée de ce siphon était insuffisante, il en résultait la formation de dépôts exposés à la fermentation, qu'il fallait venir enlever à grands frais.

Pour éviter cet inconvénient, on a autorisé le report du mur pignon du branchement au droit du piédroit de l'égout, de sorte que le branchement est ouvert du côté de la maison et ferme du côté de l'égout. Il devient un prolongement des caves jusqu'à l'égout. L'article 17 de l'arrêté préfectoral du 8 août 1894 rend cette disposition obligatoire.

La conduite installée sur le branchement qui débouche dans l'égout, doit être munie d'un siphon pour éviter que les gaz de l'égout ne refluent vers l'habitation.

Les matières fécales arrivent ainsi des cabinets d'aisances dans l'égout, et les gaz stercoraux qui s'en dégagent ne peuvent refluer ni dans la conduite, ni dans l'appartement.

C'est le système le plus conforme aux règles de l'hygiène.

Au 31 décembre 1893, on comptait dans Paris :

139.527 tuyaux de chute desservant des cabinets d'aisances.

64.175 fosses fixes.

6.353 fosses mobiles.

34.653 tinettes filtrantes.

402 systèmes divers.

10.934 écoulements directs à l'égout.

(*Notes de la Direction des Travaux*, imp. Chaix, 1894).

5° *Voiries*. — Nous avons vu précédemment qu'au xvii^e siècle les voiries d'immondices ont été distinctes de celles des matières fécales.

L'industrie de la vidange était libre comme aujourd'hui. Les entrepreneurs particuliers, soumis à des règlements plus ou moins sévères, transportaient les matières aux voiries.

En 1726, il existait trois voiries de matières fécales, celles de Montfaucon, du faubourg Saint-Germain et du faubourg Saint-Marceau, où devaient être portés en outre les abats de bestiaux, les os, le sang, etc.

Depuis 1781, la première de ces voiries a remplacé les autres. Les matières étaient chargées sur les hauteurs de Montfaucon et s'y accumulaient en de vastes étangs où elles étaient abandonnées pendant 5 ans en moyenne. Durant ce long espace de temps, leurs émanations gazeuses se répandaient dans Paris sous l'influence des vents du nord, tandis que les liquides putréfiés, parcourant d'immenses bassins, s'écoulaient, par un égout spécial, dans la Seine au pont d'Austerlitz, c'est-à-dire au-dessus de Paris. Ces eaux, augmentées des matières pâteuses

que délayaient les eaux pluviales, parcouraient la Seine dans toute l'étendue de la ville.

Mentionnons que l'exploitation de la voirie de Montfaucon a été adjugée en 1798 pour 6.000 francs.

En 1849, la voirie de Montfaucon fut supprimée et remplacée par le dépotoir de la Villette, créé à cet effet.

Les entrepreneurs de vidange étaient tenus obligatoirement d'y apporter les produits des fosses fixes et mobiles. Les matières, diluées dans un volume d'eau suffisant, étaient refoulées mécaniquement dans les bassins de Bondy par une conduite établie parallèlement au canal de l'Ourcq; les matières solides renfermées dans des tonneaux y étaient transportées par bateaux.

Actuellement, les matières sont enlevées par des entrepreneurs, par le procédé de la vidange dite « pneumatique », à l'aide de voitures spéciales ou de bateaux accostant à des ports spéciaux d'embarquement, jusqu'aux différentes usines qui ont été autorisées depuis 1870 à ouvrir des voiries particulières.

Le contenu d'une partie de ces voitures est déversé dans les citernes du dépotoir de La Villette, pour être refoulé mécaniquement dans la conduite fermée qui aboutit à la voirie de l'Est.

M. le Dr Martin nous apprend que la répartition des matières s'est faite entre les divers établissements comme il suit, en 1892 :

Dépotoir de La Villette.	387.190 mèl. cub.
-------------------------------	-------------------

Usines de la Compagnie Fresne.

Aubervilliers.....	724.680 nèt. cub.
Alfortville.....	96.845 —
Hautes Bornes.....	38.011 —
Billancourt.....	3.209 tinettes.
Drancy.....	4.645 —
Nanterre.....	6.747 —
M. Gau : Blanc Mesnil.....	1.187 —
M. Sintier : Crétéil....	3.640 —

Compagnie nouvelle.

Drancy.....	4.516 tinettes
Matières livrées à la culture..	3.678 —

Donnant un volume de.. 4.274.350 nèt. cub.

Il y a peu d'années encore, ces usines étaient plutôt des dépotoirs où les matières séjournaient à l'air libre pendant un temps considérable, et les différents quartiers de Paris étaient exposés à en recevoir les émanations si désagréables, suivant les changements de direction des vents. Aujourd'hui, on traite les matières, de manière que le voisinage n'en soit pas incommodé à longue distance.

Les déversements en Seine, pratiqués couramment depuis 1871, ont entièrement cessé à partir de 1888.

La quantité de matières déversées en Seine, a été de 512.910 mètres cubes en 1872, un peu moindre les autres années; elle était encore de 146.942 mètres cubes en 1886 (Dr A.-J. Martin).

On voit que la situation s'est notablement améliorée, mais l'hygiène doit encore réprouver l'existence de ces usines qui seront toujours une cause d'infection, malgré toutes les améliorations qu'on puisse apporter dans le traitement des matières.

Aujourd'hui, à l'usine municipale de la voirie de Bondy, on traite les matières en vase clos, depuis leur arrivée par la conduite partant de la Villette, jusqu'à l'évacuation des eaux résiduaires, renvoyées au dépotoir de la Villette par une conduite spéciale de retour, diluées dans 4 ou 5 fois leur volume d'eau d'Ourcq et déversées dans les égouts de la rue d'Allemagne.

C'est évidemment un grand progrès sur ce qui se faisait il y a quelques années. Mais la quantité de matières traitées dans cette usine est peu considérable, elle représente à peine le 1/6 du volume total.

Dans les autres usines on se soucie moins de l'hygiène on tient compte surtout du prix de revient de la poudre ou du sulfate d'ammoniaque extrait de ces matières.

Cette situation disparaîtra quand toutes les matières seront versées à l'égout et transportées sur les terrains d'épandage, conformément à la loi du 10 juillet 1894 et à l'arrêté préfectoral du 8 août suivant.

Les chiffres ci-après montreront la progression vraiment effrayante des volumes de matières de vidanges enlevées par année, depuis le commencement du siècle.

En 1800.....	38.000 mètr. cub.	
En 1834.....	102.800	—
En 1851.....	267.642	—
En 1857.....	473.278	—
En 1870	700.000	—
En 1892.....	1.274.350	—

Il faudrait ajouter à ce dernier chiffre, le volume des matières évacuées par plus de 6000 chutes directes à l'égout (en 1892).

Nous résumerons cette situation, en citant un extrait du rapport de M. l'Ingénieur en chef de l'assainissement (1894).

« Les déversements en Seine pratiqués couramment à partir de 1871 ont entièrement cessé depuis plusieurs années; le stock, entassé jadis dans les bassins, a disparu, laissant libre une vaste surface déjà partiellement en culture. La zone boisée réservée autour de la voirie est débarrassée des usines qui la déshonoraient.

Le traitement des matières en vases clos, pour la production du sulfate d'ammoniaque, s'applique régulièrement à la totalité des arrivages dans trois usines capables de traiter ensemble 2000 mètres cubes, dont une de beaucoup la plus importante, la mieux outillée, la mieux tenue, est la propriété de la ville.

Enfin les eaux résiduaires ne sont plus rejetées en Seine, mais diluées dans une grande quantité d'eau et renvoyées dans les collecteurs municipaux.

CHAPITRE IV

Tout à l'égout.

Nous avons vu dans les chapitres précédents, d'une part la quantité d'eau amenée à Paris pour les différents besoins de la population, d'autre part les eaux usées, auxquelles il y a lieu d'ajouter les eaux de pluie, les boues et immondices et les matières de vidanges, pour connaître le volume des liquides pollués qui doivent se rendre à l'égout conformément à la loi du 10 juillet 1894.

Une grande partie de ces produits usés, les eaux principalement, sont déjà déversés dans les égouts.

Paris consomme chaque jour, d'après les notes de la direction des travaux publiés en 1894 (Imp. Chaix).

Eaux de sources.	156.000 mètres cub.
Eaux de rivières, aqueduc d'Ar-	
cueil, puits artésiens, etc. . . .	360.000 mètres cub.
Total.	<u>516.000 mètres cub.</u>

Ce volume représente pour une population de 2.447.957 habitants (recensement de 1891) une moyenne de consommation journalière de 211 litres par habitant, dont 62 litres pour les besoins domestiques.

Cette quantité d'eau peut être portée à 750.000 mètres cubes, dont 250.000 mètres cubes d'eau de sources et 500.000 mètres cubes d'eau de rivières.

A ces 516.000 mètres cubes, il convient d'ajouter : les eaux de pluies que l'on peut évaluer à 120.000 mètres cubes par jour en moyenne, et la quantité d'eaux vannes et de matière de vidange, qui est d'environ 4.000 mètres cubes, soit un total de 640.000 mètres cubes d'eaux polluées.

Ce chiffre augmentera dans l'avenir.

Mais l'évaporation et l'absorption par le sol, par les plantes, etc., diminuent ce volume. L'évaporation en particulier est en raison directe de l'élévation de la température, de la vitesse du vent, de la faible pression barométrique et de l'état hygrométrique de l'air, etc...

Durand-Claye a établi que le rapport de l'eau écoulée par les collecteurs à l'eau distribuée et tombée était de 0,74 (Assainissement de la Seine 1885). Les collecteurs devront donc débiter en 24 heures $640.000 \times 0,74 = 473.600$ mètres cubes.

§ 1. — Réseau d'égouts.

1° *Constitution du réseau.* — Pour recevoir ce volume considérable, le réseau actuel des égouts de Paris se trouve partagé en trois grands bassins :

1° Le bassin de la rive gauche, dont toutes les eaux franchissent la Seine en siphon, au pont de l'Alma, et se rendent au collecteur d'Asnières par le collecteur Marceau.

2° Le bassin du Nord dont le collecteur débouche à Saint-Denis,

3° Le bassin central de la rive droite, qui est desservi par le collecteur d'Asnières, réuni au collecteur Marceau à 500 mètres environ avant son embouchure en Seine.

Ce réseau d'égouts comprend (au 1^{er} janvier 1894) 945 k. 235 m. 83 d'égouts de différents types, dont 6 k. 106, extra-muros, et le reste dans l'enceinte. Il y a 15.500 regards, 11.200 bouches et 46.500 égouts particuliers ou branchements.

On peut apprécier le développement considérable qui a été donné à ce réseau, si l'on songe qu'en 1663 il y avait 2 k. 330 m. d'égouts sous galerie. Au commencement du siècle 15 k. 836. En 1851, il atteignait 35 kilomètres. En 1856, il était de 140 kilomètres.

Ce n'est guère qu'à l'époque des grands travaux de Paris, vers 1860, que le système actuel établi par Belgrand suivant une idée nouvelle qui consistait à reporter loin de Paris le débouché des égouts dans le fleuve, a été amélioré dans ce sens par la démolition ou l'abandon des égouts préexistants et la construction d'égouts nouveaux et de collecteurs.

A la fin de 1884 il atteignait 827 k. 654.

Le réseau des égouts de Paris est construit suivant le type unitaire, c'est-à-dire destiné à recevoir l'intégralité des immondices, excréments, eaux ménagères, eaux des rues, etc., dans des canaux assez grands pour se prêter à l'évacuation de toutes les substances résiduelles. Il comprend, en allant du point de départ à la terminaison, les conduites de maisons, les branchements particuliers,

les égouts de rues, les galeries principales et enfin les collecteurs.

Les égouts de rues ou petits égouts doivent avoir des dimensions qui permettent aux ouvriers de circuler debout et de les nettoyer. Celles des anciens égouts sont variables, suivant l'époque où ils ont été construits. Actuellement on leur donne 1 m. 30 de largeur sur 2 m. 30 de hauteur.

Les galeries principales sont plus grandes, celle du Boulevard Saint-Michel a 3 m. 70 de hauteur sous clé et 3 m. 70 de largeur; elle est pourvue, de chaque côté de la cunette, d'une banquette de 1 mètre de largeur et de 0 m. 80 de hauteur, destinée à permettre une circulation plus facile.

Quant aux collecteurs, qui reçoivent les eaux d'un bassin plus ou moins étendu, on ne peut fixer leur section intérieure sans tenir compte du volume maximum qu'ils doivent débiter en temps d'orage.

Le collecteur d'Asnières a 4 m. 40 de hauteur sous clé sur 5 m. 60 de largeur, avec une cunette de 1 m. 35 de hauteur sur 8 m. 50 de largeur.

Ces égouts sont construits en maçonnerie de meulière brute et mortier de chaux hydraulique avec enduit intérieur, ou en maçonnerie ordinaire avec enduit intérieur en mortier de ciment, suivant leur importance. Le point capital c'est que la paroi intérieure soit parfaitement lisse et dure pour favoriser l'écoulement des eaux et le nettoyage des galeries, et imperméable pour empêcher les liquides impurs de pénétrer dans le sol et les gaz délétères de se loger dans les pores de la meulière.

Pour réaliser le programme de la loi de 1894 en ce qui concerne les égouts, il faut porter leur développement à 1200 kilomètres environ, et doubler les collecteurs. Ces travaux pourront être achevés dans une dizaine d'années.

2° Pente des égouts. — La pente des égouts a une action prépondérante sur l'écoulement des eaux et des matières qu'elles charrient.

D'après Durand Claye, un bon égout doit avoir au moins une vitesse d'écoulement de 0, 70 par seconde; dans ceux-là, disait-il, on peut verser tous les immondices. Il est évident que la vitesse d'écoulement dépend aussi de la section de l'égout.

Le collecteur d'Asnières, dont le débit dépasse celui de tous les autres, a une inclinaison variant de 0, 26 à 0, 56 suivant le point où on le considère. La quantité d'eau qu'il contient assure toujours bien son écoulement.

Les collecteurs à cunette, de 1 m. 20, ont des pentes variant de 0, 30 à 1 mètre par kilomètre.

Les petits collecteurs ont 1 mètre à 1 m. 50 de pente par kilomètre.

Ces pentes suffisent à imprimer aux eaux des vitesses sensibles. Ainsi à la partie supérieure du collecteur d'Asnières, dont la pente est de 0, 56, la vitesse s'élève à 0, 70 et 0, 90.

La pente des égouts ordinaires est fort variable, suivant le relief du terrain elle varie de 1 mètre à 5 mètres et même à 7 mètres.

Dans les égouts où la pente est trop faible, on a installé des réservoirs de chasse à la partie culminante. Ces

réservoirs doivent contenir 10 mètres cubes d'eau par jour, qu'ils dépensent en trois chasses automatiques, de sorte qu'en moyenne, il y a trois mètres cubes d'eau qui passent en balayant tout sur leur passage.

Au 1^{er} janvier 1894 le nombre de ces réservoirs était de 1697.

Pour relever l'eau des égouts compris entre la Seine, la rue de la Convention, la rue Lecourbe et le boulevard Victor, auxquels l'altitude du sol n'a pas permis de donner une pente suffisante, l'administration municipale leur a donné une pente inverse de la pente normale, puis au point bas, rue Alain-Chartier et rue Lecourbe, elle a installé deux usines hydrauliques.

L'usine de la rue Alain-Chartier, actionnée par l'eau de la ville prise sur une conduite de 0 m. 10 de diamètre, ayant 16 mètres de charge, comprime l'eau destinée à manœuvrer les pompes de l'usine de la rue Lecourbe qui relève les eaux de l'égout de rue, situé à 3 m. 10 en contrebas du collecteur Rapp, dans celui-ci. L'eau de la ville, après cet emploi, est rendue à la canalisation d'eau de rivière pour être utilisée par les services publics.

3^o *Nettoyage des égouts.* — Les égouts bien faits, dans lesquels circule une quantité normale d'eau, se lavent eux-mêmes avec l'eau des éviers, des baignoires, des buanderies, des water-closets, etc.

Pour les égouts qui ne peuvent être lavés par ce moyen, on emploie les réservoirs de chasse automatiques, les vannes portes de retenue, qui barrent l'égout pendant un certain temps et précipitent une masse d'eau en aval quand

on les ouvre; ou encore le jeu de wagons-vannes, de bateaux-vannes, qui portent à l'avant un panneau mobile, laissant quelque intervalle entre ses bords et les parois de l'égout, y compris le radier; l'eau s'accumule en arrière, passe avec force sur les côtés du panneau-vanne et chasse les sables en aval.

En outre des lavages, on est souvent obligé de curer les égouts.

A cet effet, dans les égouts autres que les collecteurs, pour lesquels les wagons-vannes sont usités, on emploie les rabots, les vannes portatives dites mitrailleuses, l'enlèvement direct à la pelle, etc.

Le matériel dont on dispose est composé comme suit :

300 rabots en bois
770 rabots en fer
949 pelles
10 mitrailleuses
51 wagons-vannes
20 bateaux-vannes

Du plus, 94 wagons à bascule servent au transport des sables extraits (Note de la Direction des travaux Imp. Chaix, 1894).

Le siphon du pont de l'Alma est curé au moyen d'une sphère-vanne *en bois*, qu'on fait circuler périodiquement d'une rive à l'autre contre la génératrice supérieure des tubes. Cet appareil oblige l'eau à passer sous elle avec violence et à chasser les dépôts en avant.

§ 2. — *Composition chimique et bactériologique des eaux et de l'air des égouts.*

Après avoir donné un aperçu de la constitution du réseau d'égout et de son fonctionnement, pour le détail desquels nous renvoyons aux traités spéciaux, il nous reste à envisager ce qui nous intéresse le plus au point de vue de l'hygiène, c'est-à-dire la composition chimique et bactériologique des eaux et de l'air des égouts, ainsi que leur influence sur l'organisme.

Voici le résultat des analyses de l'eau des collecteurs.

Analyse chimique complète de l'eau d'égout.

(Annuaire de Montsouris 1894).

	Collecteur d'Asnières moyenne 1892.	Collecteur départemental Saint-Ouen moyenne 1892.
Acide carbonique totale.....	272 mg	327 mg 7
Acide carbonique libre.....	0,0	0,0
Matière organique en oxygène.....	40,6	72,7
Azote organique.....	4,0	4,6
Carbonate(alcal-tera)en acide carbonique.	140,7	161,0
Degré hydrotimétrique total.....	35,9	53,7
Degré hydrotimétrique après ébullition..	18,9	26,9
Acide carbonique demi combiné.....	136,0	161,0
Acide sulfurique.....	126,4	250,6
Acide azotique.....	9,1	5,2
Chlore.....	52,3	106,8
Silice.....	11,8	18,8
Acide phosphorique.....	traces	traces
Chaux.....	166,3	247,7
Magnésie.....	26,8	45,6
Fer.....	2,9	3,8
Alumine.....	4,0	5,4
Ammoniaque	23,5	32,4
Potassium	18,9	64,6
Sodium	55,0	113,5

BRUN

8

On voit que l'eau du collecteur de Saint-Ouen est plus souillée que celle du collecteur de Clichy sous tous les rapports. Les quantités de chlore, qui oscillent entre 71 mg et 127 mg, dit M. Albert Levy, indiquent la présence très variable de matières animales en décomposition.

En ce qui concerne la composition bactériologique de ces eaux d'égout, les échantillons puisés aux embouchures des collecteurs de Saint-Ouen et d'Asnières ont été trouvés d'une impureté excessive.

D'après M. le Dr Miquel « l'impureté de ces eaux sales va croissant d'année en année, la moyenne normale étant de 18.335.000 bactéries par centimètre cube. On trouve pour l'année 1893 une richesse de 23.770.000, alors que pour l'année 1892 cette moyenne était seulement de 21.000.000.

Les richesses saisonnières en bactéries pendant l'année 1893 ont été :

		année moyenne
Hiver.....	13.915.000	17.275.000
Printemps.....	24.000.000	19.970.000
Eté.....	41.165.000	24.895.000
Automne.....	16.000.000	11.200.000

Air des égouts. — Les expériences sur l'analyse micrographique de l'air des égouts, ont été commencées par M. le Dr Miquel au mois de mai 1880, reprises en 1890, et poursuivies sans interruption jusqu'à ce jour.

Les débris de matières organisées qui existent dans l'air des égouts, sont moins nombreux que ceux de l'atmosphère des salles d'hôpital, et souvent même que ceux de l'air extérieur.

On y trouve un grand nombre de spores de cryptogames; par contre les grains d'amidon et les utricules polliniques y sont très rares.

M. Miquel y a observé des spores incolores hérissés de piquants (mucorinées), des semences appartenant aux *selenosporium*, aux *leptotrichum*; des cellules boursoufflées, des *alternaria*, des *fumago*, etc., en moins grand nombre que dans l'air extérieur, enfin une grande quantité de spores de la vaste famille des mucédinées.

Il a observé également que les bactéries qui s'y trouvent, diffèrent essentiellement de celles qu'il a récoltées à l'air libre ou dans les hôpitaux. Elles peuvent envahir et corrompre en peu de jours les infusions les moins sensibles et déterminent des putréfactions intenses.

Les bactéries sont assez nombreuses, mais inférieures de moitié à celles que l'on rencontre dans l'air circulant à la surface du sol des voies parisiennes. Beaucoup sont anaérobies, surtout dans les égouts mal ventilés. Cependant leur inoculation faite à des cobayes ou à des lapins a toujours donné des résultats négatifs.

Poincarré a fait, à des cobayes, 58 injections sous-cutanées avec de l'eau d'égout, et 58 avec l'eau de lavage d'air d'égout; 7 seulement sur ces 116 cobayes ont succombé, parmi lesquels 6 avaient été injectés avec de l'eau d'égout. Ces résultats confirment l'opinion de M. le Dr Miquel sur l'inocuité relative de l'air des égouts au point de vue bactériologique.

Ces 7 cobayes sont morts 3 à 16 jours après l'injection. Tous ont succombé à des accidents de septicémie ainsi que l'a prouvé l'examen microscopique du sang. Le degré

de nocuité paraît donc tenir surtout à la qualité des microbes plutôt qu'à leur quantité.

Analyse de l'air des égouts.

(Annuaire de Montsouris pour 1895).

Moyennes saisonnières des bactéries récoltées par mètre cube d'air					T. moy.
	dans l'air des égouts		dans l'air des voies publiques		de l'air
	Bactéries	Moisissures	Bactéries	Moisissures	des égouts
Hiver 1893.	2.385	4.050	3.210	599	8°7
Printemps .	7.165	2 330	11.085	865	14°5
Eté	5.110	2.730	12.070	2 340	17°1
Automne...	5.400	1.650	7.365	2.320	10°7
Moy. ann..	5.015	2.665	3.435	1.530	12°7

M. le Dr Miquel a constaté que la richesse, en bactéries, des égouts de faible section, est inférieure à la richesse de l'air qui circule dans les grands collecteurs; d'autre part, le chiffre des moisissures répandues dans l'air des petits égouts, est sensiblement supérieur à celui qu'il est permis d'obtenir avec l'air des grands collecteurs.

La richesse moyenne en bactéries de l'air des égouts, a été trouvée deux fois plus faible que la richesse correspondante de l'atmosphère à la place Saint-Gervais. Au contraire, le chiffre des moisissures s'est montré, en général, plus élevé dans l'air des égouts que dans l'air extérieur.

§ 3. — *Influence des égouts sur la santé des égout-
tiers et des habitants.*

Selon Parent Duchâtel, les égouttiers éprouvent souvent de la céphalalgie, une sorte de stupeur fort désagréable, une sécheresse très grande de la gorge, un dégoût et un empâtement de la bouche qui ôtent tout appétit et jusqu'à la possibilité d'avaler; une gêne plus ou moins considérable de la respiration. Il assure que les égouttiers sont tous secs et maigres, avec un ventre rétracté, des muscles bien dessinés, un visage peu coloré et terreux. En général cependant, leur santé est bonne et leur vie n'est nullement abrégée.

Aujourd'hui, ce type n'existe plus. Les égouttiers n'ont pas de maladies particulières, ainsi qu'on le verra dans la suite, et leur profession ne peut pas être considérée comme insalubre.

Le personnel affecté au curage des égouts se compose de 895 hommes.

Il y a eu 1.292 cas de maladie en 1893, parmi lesquelles les affections les plus fréquentes ont été :

Bronchites.....	259
Embarras gastriques.....	124
Douleurs rhumatismales.....	98

Il s'est produit 19 décès déterminés par les causes ci-après :

Suicides.....	2
Chute accidentelle en dehors du service.....	1
Congestion pulmonaire.....	1
Tuberculose pulmonaire.....	4
Gastrite.....	1
Ulcère variqueux.....	1
Bronchites chroniques.....	6
Grippe.....	1
Contusion du genou avec tuberculose consécutive..	1
Fièvre typhoïde.....	1
<i>(Notes de la Direction des Travaux. Imp. Chaix, 1894).</i>	

Si nous comparons ces chiffres à ceux que M. le Dr Depasse a publiés en 1889, nous verrons que le système du « tout à l'égout » n'a aucune influence fâcheuse sur la santé des égouttiers qui devraient être les premiers frappés.

Principales maladies des ouvriers égouttiers observés en 1889.

Fièvres intermittentes.....	5
— scarlatines.....	1
— variole.....	0
— érysipèle.....	4
— typhoïde.....	1
Tuberculose pulmonaire.....	28
Bronchites simples.....	219
Pneumonies.....	20
Pleurésies.....	11
Asthmes et emphysèmes.....	8
Angines et laryngites.....	21

Embarras gastriques.....	170
Diarrhées.....	16
Rhumatismes généralisés.....	17
— localisés.....	7
— sciatiques.....	43
— lumbagos.....e.....	11
— torticolis.....	1
— intercostaux.....	10
Coliques hépatiques.....	1
— néphrétiques.....	1
Orchites et uréthrites.....	4
Cystite.....	1
Conjonctivites aiguës.....	11
Cataracte....	1
Contusions ayant causé plus de 3 jours de repos..	30
Brûlures graves.....	2
Plaies graves.....	4
Phlegmons.....	3
Panaris.....	2
Arthrites du genou.....	2
— du coude.....	2
Luxation de la clavicule.....	1
— du poignet.....	2
Fracture de la jambe.....	1
— du bras.....	2
— du bassin.....	1
— des côtes.....	4
Eczémas très étendus.....	5
Ecrasements d'orteils par plaques d'égouts.....	26

En 1889 comme en 1893 on ne relève qu'un seul cas de fièvre typhoïde, ce qui n'a rien d'anormal.

Il est à remarquer que les maladies les plus fréquentes sont celles des voies respiratoires, lesquelles frappent aussi davantage le reste de la population parisienne.

Les accidents gastriques paraissent être un peu plus fréquents et sont dûs vraisemblablement à des intoxications peu graves par la muqueuse respiratoire.

« Beaucoup d'embarras gastriques dit M. le Dr Depasse, éclatent avec une vivacité extrême, sont accompagnés souvent de vomissements et de diarrhée avec coliques très douloureuses, quelquefois de coliques sèches; cela dure deux, trois ou quatre jours sans laisser à la suite une trop grande fatigue. Les ouvriers appellent cela *le plomb*, bien qu'ils ne soient pas tout à fait comparables aux accidents qui surviennent chez les vidangeurs. »

En ce qui concerne la population parisienne, les gaz qui s'échappent des égouts par les temps secs et froids, avec des colonnes d'air chargées d'humidité, sont plus désagréables que malsains, parce qu'ils sont déterminés par des gaz hydrogènes légers, tandis que les microbes pathogènes, plus lourds, restent dans l'égout.

Le Dr Soyka, au Congrès d'hygiène de 1881, à Vienne, a montré par de nombreux exemples que dans les villes où la construction du réseau d'égouts n'est pas encore achevée, les quartiers qui en sont pourvus perdent moins de monde par les maladies zymotiques que ceux qui n'en ont pas encore.

Les égouts n'ont donc aucune influence fâcheuse sur la propagation des maladies infectieuses par l'air.

Néanmoins, nous tirerons de ce qui précède cette con-

clusion que l'on devra éviter de laisser refluer l'air des égouts dans les maisons, par la canalisation.

L'arrêté du 8 août 1894 prescrit à cet effet l'installation sur le tuyau d'évacuation, avant sa sortie de la maison, d'un siphon dont la plongée ne pourra être inférieure à 7 centimètres, afin d'assurer l'occlusion hermétique et permanente entre la canalisation intérieure et l'égout public.

Nous avons vu qu'il prescrivait aussi l'installation d'une inflexion siphonide, formant fermeture hydraulique permanente à l'origine supérieure de chacun des tuyaux d'eaux ménagères.

L'occlusion peut donc être parfaitement réalisée.

§ 4. — *Charges imposées aux propriétaires qui bénéficient du « Tout à l'égout ».*

Bien que cette question soit accessoire au point de vue qui nous occupe, nous croyons cependant utile de donner un aperçu des charges qui incombent aux propriétaires dont les immeubles sont pourvus du tout à l'égout.

Ces charges, imposées par la loi du 10 juillet 1894 et l'arrêté du 8 août suivant, ont été calculées de manière à être généralement inférieures à celles qui résultent du mode de vidange employé antérieurement, surtout pour les immeubles d'un rapport modeste, de façon à encourager les propriétaires de ces derniers à faire opérer cette transformation le plus tôt possible, et à en

faire bénéficier ainsi la population ouvrière qui les habite.

On a pris comme base le revenu net imposable de l'immeuble. C'est ainsi qu'un immeuble d'un revenu de

1.499 fr.	est taxé	à	30 fr.	par an
5.999.....			100	—
29.999.....			200	—
49.999.....			500	—
100.000	et au-dessus		1.500	—

Ces taxes produiront une somme annuelle de 8 millions environ, alors que les frais actuels de la vidange des fosses fixes et des fosses mobiles par les vidangeurs s'élèvent à 10.500.000 par an.

La loi accorde un délai de trois années pour effectuer cette transformation dans les maisons anciennes, à partir du 1^{er} janvier qui suit la publication de l'arrêté qui désigne les voies où elle devra être effectuée.

La sanction consiste dans l'obligation de payer la taxe à l'expiration de ces trois années, alors même que la transformation ne serait pas opérée.

Nous avons vu que le réseau des égouts ne sera pas complet avant 10 ou 12 ans, par conséquent la loi du 10 juillet 1894 ne pourra être appliquée d'une façon exclusive que dans une quinzaine d'années environ.

CHAPITRE V

Épuration et utilisation des eaux d'égout.

Il nous reste à voir ce que vont devenir ces 473000 mètres cubes d'eau polluée de tous les excréta de la vie de la capitale, quels sont les moyens que la loi ordonne d'employer pour réaliser la dernière partie du programme que nous avons indiqué d'autre part, « épuration et utilisation des eaux d'égout. »

Il convient de remarquer tout d'abord qu'il n'y a pas identité complète entre l'épuration et l'utilisation des eaux d'égout. En effet, l'utilisation se distingue de l'épuration proprement dite en ce qu'elle n'a plus seulement pour objet de débarrasser ces eaux des matières nuisibles qui y sont contenues, pour les rendre inoffensives avant leur déversement en rivière, mais aussi de les employer au développement de la végétation, et d'en tirer parti comme engrais au grand avantage de la richesse publique.

§ 1. — *Epuration des eaux d'égout.*

Les matières organiques dangereuses contenues dans les eaux d'égout peuvent être divisées en deux classes : celles qui sont en dissolution et celles qui sont en suspension. Ces dernières sont composées d'organismes animés et de débris de matière organique.

Les divers procédés qui ont été imaginés pour enlever ces impunités peuvent être classés comme suit :

1° Précipitation, soit par un repos absolu, soit en les passant au travers de larges réservoirs d'une manière lente mais continue ;

2° Filtration à travers des tamis ou filtres de gravier, sables, cendres, etc. ;

3° Filtration chimique à travers certaines substances agissant sur les matières organiques, telles que le noir animal, le fer métallique et autres préparations de fer et de manganèse ;

4° Précipitation par l'addition de certains produits chimiques capables de se combiner avec certaines parties organiques, et de former avec elles des substances insolubles, tels sont les sels solubles de fer, d'alumine, de zinc, les phosphates acides, etc., et l'hydrate de chaux ;

5° Précipitation par le traitement électrolytique ;

6° Destruction de la matière organique par des agents oxydants ;

7° Stérilisation, quand on a principalement en vue la destruction de tous les micro-organismes, par l'addi-

tion de chaux chlorurée, acide phénique, sulfate de cuivre et autres désinfectants qui retardent ou arrêtent la putréfaction ;

8° Oxydation de la matière organique, par des organismes qui sont à la surface des terrains, à l'aide d'un filtrage intermittent à travers une terre spécialement préparée ;

9° Utilisation de la matière organique comme engrais pour l'agriculture, ce qui comprend une large irrigation.

Il nous suffira de dire que la conclusion qui est résultée de la discussion de ces différents systèmes au Congrès international d'hygiène de Londres en 1891, a été la suivante : « La meilleure méthode de se débarrasser du contenu des égouts d'une ville, est de la purifier et de l'utiliser pour le sol. »

Comment s'opère cette épuration par le sol ?

Elle s'opère par l'absorption, dans la couche supérieure du sol arable, des matières en suspension et même en dissolution dans l'eau.

Les matières en suspension sont retenues par le sol perméable opérant comme un filtre.

Les matières en dissolution sont arrêtées et fixées par la faculté toute spéciale que possède la terre végétale d'absorber, par l'effet d'une affinité précieuse, les matières fertilisantes.

C'est un savant anglais, M. Frankland, qui le premier a mis en lumière d'une manière expérimentale le pouvoir épurateur du sol. Il disposa de grands tubes de verre de 2 à 3 mètres de hauteur et d'un diamètre de 0 m. 20, qu'il remplit de terre arrangée comme elle l'est dans le

sol, en variant le cas suivant la qualité des différentes terres. Puis il versa, à l'extrémité supérieure de ces longs tubes, de l'eau d'égout chargée de matières fécales telles que se présentent en Angleterre les eaux vannes.

Il vit que les eaux s'épuraient peu à peu en descendant, s'éclaircissaient à mesure qu'elles traversaient les différentes couches de terre, pour sortir du tube tout à fait claires et limpides.

C'est là l'origine des nombreuses expériences qui ont été entreprises depuis 20 ans sur ce sujet.

On s'est demandé ce que devenaient les innombrables microbes contenus dans les eaux d'égout répandues sur le sol, en particulier le bacille d'Eberth et celui du choléra.

Voici les résultats définitifs obtenus par M. le professeur Grancher, médecin à l'hôpital des Enfants (1): « Trois cylindres de zinc A, B, C, de 2^m50 de hauteur et de 0,17 de diamètre furent fixés verticalement contre le mur du laboratoire. L'extrémité inférieure de ces cylindres est terminée en cône et ouverte pour laisser passer l'eau de filtration. L'orifice est obturé par un bouchon de caoutchouc percé à son centre et traversé par un tube en verre. Pour éviter que la terre entraînée ne vienne oblitérer ce tube, nous l'avons recouvert, à la surface profonde du bouchon, avec un morceau de tarlatane à mailles étroites; un récipient placé sous le tube reçoit l'eau qui s'écoule après avoir traversé toute la hauteur

1. *Recueil des travaux du comité consultatif d'hygiène publique de France*. Tome XVIII,

du sol mis en expérience. Les cylindres A, B, C, sont percés de 20 centimètres en 20 centimètres, de trous munis d'un ajutage, permettant à l'aide d'un bouchon perforé d'enfoncer à travers le sol, de distance en distance, des drains en cuivre de 8 millimètres de diamètre, criblés eux-mêmes de trous de 2 millimètres. Ces drains sont destinés surtout à faciliter l'étude du cheminement des germes du haut en bas du cylindre, en permettant de prendre des échantillons de terre à diverses hauteurs. L'extrémité supérieure du cylindre est libre et surmontée d'un plateau qui reçoit un vase de Mariotte à l'aide duquel on règle à volonté le mode d'arrosage du sol. Chacun de ces tubes a été rempli de terre recueillie à Achères dans cinq sacs différents et à 5 étages successifs; ces sacs numérotés nous ont permis de reconstituer approximativement, dans chaque cylindre, le sol même du terrain sur lequel il est question de déverser les eaux des égouts parisiens.

Voilà pour les dispositions communes aux trois cylindres A, B, C; quelques autres dispositions sont spéciales à chacun d'eux.

Dans le cylindre A, la terre n'a point été tassée, mais seulement versée; dans le cylindre B, la terre, à mesure qu'elle était versée, était comprimée à l'aide d'un pilon; dans le cylindre C, la terre a subi la même compression; en outre, avant toute expérience, elle a été arrosée avec 15 litres d'eau.

Dans les cylindres A, B, C, ainsi préparés, nous avons versé à la surface du sol qui les remplissait le contenu de deux tubes de culture de bacilles delayés dans 50

centimètres cubes d'eau stérilisée ; ces liquides renfermaient par milliers les bacilles d'Eberth.

Immédiatement après, on arrosait le sol selon un mode différent pour chaque cylindre. Dans le cylindre A, nous avons versé goutte à goutte, en 24 heures, 50 centimètres cubes d'eau, qui correspondent pour une période continue de 365 jours à une colonne d'eau de 7 mètres environ ; dans le cylindre B, le même volume d'eau était versé dans l'espace d'une heure ; dans le cylindre C, nous arrosions le solensemencé de bacilles avec deux litres d'eau versés matin et soir, en une seule fois.

Dans les trois cylindres, chacun des modes d'irrigation a été maintenu pendant plusieurs jours, puis suspendu et repris lorsque l'écoulement avait cessé au bas du cylindre.

Une deuxième remarque : pour ne pas trop compliquer un problème déjà trop complexe, l'eau d'arrosage a toujours été préalablement stérilisée.

La recherche du bacille a toujours été pratiquée selon les méthodes classiques ; quelques gouttes d'eau recueillies dans le récipient après filtration, servaient à préparer des plaques gélatinées et phéniquées : trois ou quatre jours après, les colonies sont examinées, et celles qui offrent quelque ressemblance avec la colonie bien connue du bacille typhique, sont étudiées au microscope, puisensemencées pour contrôle, sur gélatine et sur pommes de terre.

L'eau qui a filtré dans le cylindre A a servi à préparer onze plaques à des dates diverses ; *aucune d'elles ne contenait le bacille d'Eberth.*

L'eau qui a filtré dans le cylindre B a servi à préparer huit plaques ; *aucune ne contenait le bacille d'Eberth.*

L'eau qui a filtré dans le cylindre C a servi à préparer quinze plaques ; *aucune ne contenait le bacille d'Eberth.*

Dans le cours de ces recherches qui ont duré deux mois, le sol du cylindre A a été examiné au niveau de chacun des six drains. Quelques bacilles typhiques ont été rencontrés au niveau du premier et du second drain, c'est-à-dire à 20 et 40 centimètres au-dessous de la surface d'irrigation.

Dans cette expérience, le sol d'Achèrès s'est dès lors comporté comme un bon filtre à l'égard du bacille typhique. Il est devenu tout à fait imperméable à ce micro-organisme à une profondeur donnée. »

« En somme, dit M. le professeur Cornil, il paraît démontré que les microbes pathogènes, s'il en existe à la surface des champs d'épandage, ne peuvent pas, du fait de l'épuration, pénétrer dans le drainage souterrain lorsque ce dernier est placé à 1 m. 50 ou 2 mètres de profondeur. »

Ajoutons que les expériences de F. Falk et de R. Otto, ont démontré que le pouvoir de filtration et d'oxydation du sol se traduit non-seulement vis-à-vis des microbes, des matières azotées, mais encore vis-à-vis des alcaloïdes (strychnine, nicotine, atropine, etc...) en dissolution dans les eaux d'égout.

Quant à l'analyse chimique de l'eau purifiée, on ne retrouve dans celle-ci qu'une très petite quantité d'azote (1 milligramme par litre), pas de substances dissoutes, ni

de matières en suspension, alors que les eaux d'égout dont elles proviennent contiennent une proportion d'azote considérable, une grande quantité de matières organiques en suspension et en dissolution, beaucoup de potasse, et des sels de tous genres.

Nous donnons ci-après les résultats de l'analyse du drain d'Asnières en 1892.

*Analyse chimique complète des eaux de drainage, moyenne,
1892 (Drain d'Asnières).*

Acide carbonique total.....	300	mg8
Matière organique (en oxygène).....	1	3
Azote organique.....	0	6
Carbonate alcalter (en acide carbonique)....	133	4
Degré hydrotimétrique total après ébullition.	30	5
Acide carbonique demi-combiné.....	133	4
— sulfurique.....	211	9
— azotique.....	85	9
Chlore.....	69	0
Silice	10	9
Acide phosphorique.....	0	0
Chaux.....	294	0
Magnésie.....	31	5
Oxyde de fer.....	}	0 9
Alumine.....		
Potassium.....	15	5
Sodium.....	48	9

La quantité d'eau que l'on peut épurer au moyen d'un hectare de superficie est véritablement énorme.

Le pouvoir absorbant de la terre est en effet plus considérable qu'on ne se l' imagine. Un mètre carré de terre perméable, à une profondeur de 2 mètres, peut retenir une quantité d'eau qui n'est pas moindre de 300 litres, soit 150 litres par mètre cube.

Des expériences poursuivies de 1888 à 1891 à Lawrence (Massachusetts), ont prouvé qu'un hectare de terrain filtrant pouvait épurer chaque année 487000 mètres cubes d'eau d'égout.

A Gennevilliers on est arrivé, à titre expérimental, à épurer plus de 120.000 mètres cubes par hectare et par an.

M. Duclaux, chimiste distingué, élève de M. Pasteur, croit qu'il serait possible de nitrifier, d'épurer complètement les 473.000 mètres cubes d'eau d'égout que Paris vomit chaque jour avec 200 hectares de terrain filtrant.

§ 2. — *Utilisation.*

L'utilisation des eaux d'égout par irrigation, consiste à faire absorber et consommer par des plantes convenablement choisies, les matières organiques et minérales fertilisantes. Si la consommation est complète, l'utilisation l'est aussi.

Ce résultat ne se rencontre pas dans la pratique, parce que bien peu de plantes présentent une consommation de chacun des éléments fertilisants contenus dans l'eau d'é-

gout. Il en est de même avec les engrais naturels qui doivent être mélangés et variés suivant les plantes cultivées pour avoir le meilleur rendement économique.

Les éléments fertilisants sont essentiellement :

L'azote, sous forme organique, ammoniacal ou nitrrique, l'acide phosphorique, soluble ou précipité, la potasse sous forme de sels divers généralement solubles, la chaux à l'état de sels solubles et précipités, et les acides végétaux.

Nos eaux d'égout contiennent en moyenne par litre :

0 gr. 030 d'azote.

0 gr. 015 d'acide phosphorique précipité.

0 gr. 030 de potasse.

Le prix de ces substances étant approximativement de 1 fr. 35 pour l'azote, 0 fr. 30 pour l'acide phosphorique, 0 fr. 40 pour la potasse.

La valeur fournie par un mètre cube d'eau d'égout ressort à :

$$30 \times 1,35 = 40 \text{ fr. } 50$$

$$15 \times 0,30 = 4 \text{ fr. } 50$$

$$30 \times 0,40 = 12 \text{ francs}$$

$$57 \text{ francs.}$$

Et comme la loi du 4 avril 1889 limite la quantité d'eau d'égout qui pourra être répandue à 40.000 mètres cubes par hectare et par an, chaque hectare recevra ainsi 2.280 francs d'engrais par année.

C'est évidemment beaucoup plus que la culture n'en peut absorber.

Une quantité de 12.000 à 13.000 mètres cubes d'eau d'égout apporte avec elle assez d'engrais pour suffire aux cultures les plus intensives et les plus exigeantes.

Si on compare l'engrais des égouts au bon fumier de ferme, bien consommé, gras et se coupant à la tranche, l'engrais normal par excellence, on voit que 1000 kilos de fumier ne contiennent que 4 kilos d'azote, alors que 1000 mètres cubes d'eau d'égout en contiennent 30 kilos. Ceux-ci équivalent donc à 7500 kilos de fumier de ferme.

Or, on considère que 30.000 kilos de fumier de ferme par hectare constituent une bonne fumure pour les herbes fourragères. Pour les racines telles que les betteraves, navets, carottes, etc., 90.000 kilos permettent de doubler les bonnes récoltes ordinaires.

On doit en conclure que l'irrigation à raison de 40.000 mètres cubes à l'hectare apporte aux terrains irrigués un excès de fumure. Ces explications démontrent également que l'on pourra améliorer considérablement les terrains maigres, sablonneux, qui se trouvent en quantité considérable, aux environs de Paris, à Méry, Pierrelaye, Créteil, en amont de Paris, le long de la Seine, etc.

Si l'on obtient, comme tout porte à le croire, les mêmes améliorations qu'à Gennevilliers, où l'aspect général a tellement changé que les vieux cultivateurs n'y retrouveraient plus leurs anciens sables et leurs graviers infertiles, on voit quelle source de richesse ces irrigations seront pour le pays.

Dans les *Annales de l'Institut Pasteur* de l'année 1892

(janvier) M. Duclaux mentionne une ingénieuse théorie relativement à la façon dont s'opère la nitrification, et nous indique de cette façon quelles sont les principales conditions que doivent remplir les terrains irrigables.

« Elle se fait par l'intermédiaire de deux éléments vivants : le ferment nitreux qui transforme l'ammoniaque en acide nitrique et le ferment nitrique, sans action sur l'ammoniaque, mais qui transforme l'acide nitreux en acide nitrique. Ces ferments sont essentiellement aérobies et ne peuvent vivre en l'absence d'oxygène. La nitrification n'a donc lieu et n'est active que dans les terrains bien aérés, où l'air se renouvelle, par conséquent dans les terrains légers, sablonneux, où l'irrigation est intermittente, la dernière goutte d'eau qui descend dans les profondeurs du sol entraînant derrière elle une notable quantité d'air. Quand le terrain est inondé, noyé sous une nappe d'eau qui empêche comme par une occlusion hermétique l'arrivée de l'air, les microbes de la nitrification sont asphyxiés et détruits. Dans le cas contraire, ils se multiplient indéfiniment et envahissent le terrain ».

Si d'autre part nous énumérons les résultats obtenus pendant les quatre années d'expériences à Lawrence (Massachusetts), de 1887 à 1891, qui confirment les résultats obtenus depuis 1868 à Gennevilliers et à Berlin, nous connaissons les qualités que doivent présenter les terrains d'épandage.

« Le renouvellement de l'air dans les pores du terrain filtrant est la condition indispensable, la mesure principale de l'absorption des eaux d'égout par le sol.

L'épandage intermittent et très fractionné est infiniment

supérieur à l'épandage continu ou à doses massives. Pour épurer chaque jour un mètre cube d'eau sur une surface donnée, il vaut mieux verser pendant 10 minutes 100 litres toutes les deux heures, que de répandre chaque jour 1000 litres en une seule fois.

Le gros sable et le gravier sont presque les seuls terrains sur lesquels on puisse compter et qui durent; la terre arable, chargée d'humus, n'a qu'un pouvoir épurateur restreint et de courte durée.

Même avec le gros sable, il est nécessaire de dissocier, de remuer fréquemment la croûte superficielle de dépôts organiques, et de la mêler aux couches sous-jacentes, pour éviter le colmatage et l'obstruction; l'enlèvement de la couche la plus superficielle, sur une profondeur de 5 centimètres, est quelquefois nécessaire quand l'épandage a été trop intensif et sans période de chômage.

Le froid diminue notablement le travail nitrificateur. Ce travail est au maximum au printemps, et alors il détruit, non-seulement comme en hiver les matières organiques en solution dans l'eau d'égout, mais encore les matières organiques insolubles, qui se sont accumulées dans le sol et que la nitrification n'a pas détruites pendant la saison froide. La moindre protection des surfaces d'épandage par de simples toiles, par exemple, suffit à rétablir l'activité du pouvoir nitrificateur du sol pendant l'hiver.

Les eaux d'égout acides détruisent les bactéries, mais arrêtent le travail de la nitrification. L'addition de pierres calcaires concassées au sol épurateur, neutralise cette acidité et rétablit immédiatement la transformation rapide de l'azote organique en azotate. »

Les terrains d'épandage doivent donc être légers, sablonneux, composés de sable, de gravier, de craie, etc., même d'argiles sablonneuses. Ils doivent être bien perméables, bien aérés, en pente légère, avec une nappe souterraine à deux mètres de profondeur minima (Frankland).

M. Ad. Carnot, ingénieur en chef des mines, a constaté qu'il existait plus de 30.000 hectares de terres de ce genre dans les environs de Paris, notamment.

Au nord-ouest de Paris 10.000 hect. dans un rayon de 50 kilom.

Au nord-est	—	5.000	—	45	—
-------------	---	-------	---	----	---

A l'est	—	6.000	—	60	—
---------	---	-------	---	----	---

A l'ouest	—	4.500	—	48	—
-----------	---	-------	---	----	---

Au sud	—	2.400	dans la vallée de la Seine.		
--------	---	-------	-----------------------------	--	--

L'épandage agricole pourra donc apporter la fertilité à ces terres sablonneuses, stériles et sans valeur.

§ 3. — *Gennevilliers.*

Cette presqu'île située au nord de Paris, dans une boucle de la Seine comprenant la vaste surface qui s'étend depuis Asnières en amont jusqu'à Argenteuil en aval, est composée suivant M. Jacquot, de sables et de graviers roulés qui proviennent du creusement de la vallée de la Seine.

Elle est entourée par les alluvions de la Seine qui forment, comme le fleuve lui-même, une ceinture de limon argileux ne pénétrant pas dans l'intérieur du coteau sur lequel est bâtie la petite ville de Gennevilliers.

A l'intérieur de cette ceinture, le sol est essentiellement perméable, d'un relief peu accusé. Il ne présente donc que des pentes insignifiantes.

Les terrains destinés à l'épandage sont disposés en planches, de 1 mètre à 1 m. 20, séparées par des rigoles de 0 m. 20 à 0 m. 30 de largeur, dans lesquelles l'eau est répandue petit à petit, successivement, de manière à ne pas inonder le sol.

Les parties solides tenues en suspension, se déposent au fond de ces rigoles, qui sont remaniées chaque année. Dans les labours, on fait en sorte que la nouvelle rigole occupe le milieu d'une ancienne planche.

Le terrain ainsi préparé reçoit les eaux d'égout de deux voies bien distinctes.

La première consiste en un égout ovoïde de 1 m. 60 de hauteur sous clé, et de 0,90 d'ouverture, greffé à la porte de la chapelle sur le collecteur du versant nord de Paris dit collecteur départemental. Les eaux d'égout arrivent sur les terrains d'épandage par l'effet seul de la pente du collecteur et de la dérivation. La traversée des ponts se fait au moyen de trois conduites en fonte de 0,60 de diamètre placées sous le tablier, lesquelles viennent déboucher sur l'autre rive de la Seine dans une conduite en béton de 1 mètre de diamètre, appartenant au réseau de distribution de la plaine de Gennevilliers. La longueur totale de cette dérivation est de 3722 m. 24 dont 3302,24 en galerie maçonnée et 420 mètres en conduites métalliques.

La deuxième part du collecteur d'Asnières à moins de 350 mètres de son débouché en Seine.

Un aqueduc circulaire en maçonnerie de 2 m. 10 de

diamètre, pénètre dans le radier du collecteur, vient déboucher dans une galerie qui forme puisard d'aspiration pour les machines élévatoires, et se prolonge jusqu'à la Seine.

L'eau, aspirée dans la galerie puisard, est refoulée dans une conduite en fonte de 1 m. 10 qui arrive au pont de Clichy, pour déboucher dans une conduite de 1 m. 25 de diamètre en maçonnerie de meulière, appartenant à la distribution de la plaine de Gennevilliers.

1° *Distribution.* — Le système de distribution comprend 1° une grosse conduite en maçonnerie de meulière et de ciment de Portland de 1 m. 25 de diamètre qui reçoit les eaux montées par les machines de Clichy. Cette conduite part du pont de Clichy, après un parcours de 3747 mètres elle envoie vers la Seine une conduite de 0 m. 60 en béton, établie dans son prolongement, destinée à porter l'eau jusqu'aux berges du fleuve.

2° Une conduite de 1 mètre de diamètre, en béton moulé, qui reçoit l'eau du collecteur départemental amenée par les conduites en fonte des ponts de Saint-Ouen, descend les 394 mètres de la rampe du pont, et se bifurque ensuite en envoyant, à gauche et à droite, des conduites secondaires qui se relient au réseau général de la plaine.

3° Un réseau de conduites en béton moulé de diamètre variable (1 m. à 0 m. 30). Ces conduites empruntent la plupart du temps les chemins vicinaux et ruraux de la commune de Gennevilliers, sur une longueur totale de 49 k. 427 m. 69, et se subdivisent en fonction des diamètres.

La distribution s'opère à l'aide de 10 robinets-vannes et de 793 bouches munies de clapets à vis, placées à l'extrémité de branchements en poterie Doulton, sur les terrains disposés pour l'épandage.

Elle est faite par des agents de la ville de Paris, d'après un roulement régulier, en irriguant successivement les trois zones entre lesquelles ont été divisées les diverses parties de la plaine, en tenant compte, pour la marche des machines, des besoins et des demandes des cultivateurs, de telle sorte que l'eau envoyée dans le réseau de distribution, soit entièrement absorbée par les terres et employée en irrigations.

2° *Drainage*. — La ceinture imperméable de limon argileux dont nous avons parlé, ne permettant pas à l'eau de s'écouler en Seine après filtration, et élevant la nappe souterraine à une trop grande hauteur pour permettre le fonctionnement de l'épandage, on a dû établir des drains destinés à abaisser le niveau de cette nappe.

Ces drains sont au nombre de cinq, disposés suivant les rayons du demi-cercle que forme la Seine autour de la presqu'île.

Le drain des Grésillons ou d'Asnières (1308 m.), qui débouche à l'extrémité du jardin de la ville.

Le drain du moulin de Cage (1122 m.), qui débouche dans le voisinage du pont de St-Ouen.

Le drain de la Garenne (630 m.), qui débouche près du hameau de Villeneuve-la-Garenne, au pont d'Epinay.

Le drain d'Epinay (3364 m.) le plus important, qui

recueille toutes les eaux ramassées par un drain de ceinture qui entoure le village de Gennevilliers.

Le drain des burons ou d'Argenteuil (1473^m) qui assainit toute la partie basse de la plaine entre les ponts d'Épinay et d'Argenteuil.

Ils se composent d'une partie haute en tuyau perforé de 0,45 de diamètre, qui fonctionne comme véritable drain, et d'une partie basse en tuyau plein, de même diamètre, formant collecteur, destiné à traverser le bourlet imperméable d'argile qui borde la Seine et délimite la presqu'île.

Grâce à l'établissement de ces drains placés à une profondeur de 4 mètres environ, l'épaisseur de la masse filtrante demeure au voisinage de 3 mètres, ce qui est plus que suffisant pour assurer une épuration complète.

3° *Résultats.* — Les premiers essais d'irrigation ont été entrepris en 1869 :

1869.....	6	hectares étaient irrigués
1872.....	51	—
1876.....	295	—
1880.....	450	—
1884.....	616	—
1893.....	776	—

Les quantités d'eau déversées ont suivi cette progression :

En 1872.....	1.765.621 mc.
1876.....	10.661.224
1880.....	15.040.645
1884.....	22.893.492
1893.....	33.421.299

Chaque hectare de la plaine se trouve donc avoir absorbé, en 1893, un peu plus de 43.000 mètres cubes d'eau d'égout.

Cette quantité a été limitée par la loi du 10 juillet 1894 à 40.000 mètres cubes, correspondant à une épaisseur d'eau de 4 mètres annuellement, à laquelle viennent s'ajouter les eaux de pluie.

Les irrigations peuvent se faire à toutes les époques de l'année, mais la consommation varie beaucoup d'une époque à l'autre.

En 1893, l'eau distribuée en février a été de 1.500.000 environ et en juin de 4.000.000. Elle a oscillé entre ces deux chiffres pendant les autres mois.

Les rendements des diverses cultures sont des plus élevés :

20 à 40.000 têtes de choux.	à l'hectare
60.000 têtes d'artichaux.	—
100.000 kilos de betterave à bestiaux.	—

Le produit brut obtenu à l'hectare varie entre 3.000 et 10.000 francs et même plus. Les légumes fournissent la plus grande partie de la culture et sont avantageusement vendus, tant aux halles, qu'aux marchés des environs.

La valeur du terrain a augmenté en proportion de ce rapport. En 1869 l'hectare valait 250 francs à 450 francs, prix des terres les plus pauvres de France ; actuellement, la valeur est de 10.000 à 18.000 francs.

La valeur locative qui était de 90 à 150 francs à cette même époque, est aujourd'hui de 500 à 600 francs.

On a manifesté des craintes vives, au sujet de l'ingestion des légumes provenant des champs irrigués par les eaux d'égout mélangées de matières fécales. On aurait dû considérer que les fumiers, l'engrais humain, les gadoues, etc., employés de tous temps, renferment une quantité innombrable de microbes.

On a dit que ces légumes étaient de qualité inférieure à ceux de même espèce, cultivés avec d'autres fumiers.

Il a été constaté qu'ils étaient très beaux et très bons, notamment par M. le professeur Cornil. Leur examen microbiologique n'a révélé aucun microbe susceptible de pulluler sur des milieux nutritifs appropriés.

Le comité consultatif d'hygiène publique de France ayant posé la question suivante :

Les germes pathogènes répandus sur un sol en culture pénètrent-ils dans la pulpe des fruits ou légumes, et peuvent-ils en rendre la consommation dangereuse pour la santé publique ?

M. le professeur Grancher l'a résolue dans le sens de la négative, à la suite des expériences qu'il détaille comme suit (1) :

« Dans un châssis de bois, plein de terreau, préparé pour la culture, et divisé en compartiments complètement isolés, nous avonsensemencé, le 9 avril, des graines de radis, de salades et de carottes, ces graines ont été arrosées séance tenante dans un des compartiments avec de l'eau stérilisée chargée de bacilles typhiques, et du 9 mai

1. *Recueil des Travaux du comité consultatif d'hygiène publique de France*, tome XVIII.

au 10 juin, cet arrosage a été répété dans les mêmes conditions.

Dans le compartiment voisin, les mêmes légumes ensemencés le même jour ont été arrosés avec de l'eau ordinaire : les deux ordres de culture ont été d'ailleurs traités de la même façon. Les graines ont également bien poussé dans les deux compartiments. La recherche des bacilles typhiques dans la pulpe des radis et dans la côte des salades a été faite le 21, le 22 mai et le 6 juin : huit plaques ont été préparées : *aucune d'elles ne contenait le bacille d'Eberth.*

La population de Gennevilliers s'est accrue, entre les années 1876 à 1886, de 86 0/0 par suite de l'immigration d'un grand nombre de cultivateurs venus des pays voisins. De 1884 à 1894, elle s'est élevée de 4.445 à 5.810 habitants.

En ce qui concerne la fièvre typhoïde et le choléra dont cette population devrait être plus particulièrement frappée, d'après les adversaires de l'épandage agricole, voici ce que dit M. le professeur Proust, « Nous avons eu à Paris, en 1881 et 1882, une épidémie très grave de fièvre typhoïde (3.214 décès), il n'y a absolument rien eu à Gennevilliers. Nous avons eu à Paris une épidémie de choléra en 1884; il n'y a rien eu à Gennevilliers. Nous avons eu en 1892 une épidémie de choléra dans la banlieue parisienne; si la reviviscence des germes se produisait réellement, nous aurions dû avoir en 1893 une épidémie de choléra à Gennevilliers. Or, il n'y a absolument rien eu (*Débats parlementaires*, Sénat, 1894).

Voici, d'après M. Bertillon, la mortalité comparée de

Gennevilliers, de l'arrondissement de Saint-Denis et de Clichy.

Sur 10.000 habitants, combien de décès, en un an, causés par chaque maladie.

Cause des décès	Moyenne de 1885-1886-1887			Année 1887			
	Gennevilliers	Clichy	St.-Ouen	Gennevilliers Asnières Co'ombes	Autres com- munes de l'arr. de St.- Denis	Arr. de Saint-Denis	Ville de Paris
Fièvre typhoïde..	6	4	9	7	7	7	6
Variole.....	3	3	2	4	4	4	2
Rougeole.....	4	11	11	3	9	8	7
Scarlatine.....	1	1	1	1	1	1	1
Coqueluche.....	2	4	2		3	3	2
Diphthérie.....	11	11	9	14	10	10	7
Tuberculose pul- monaire, etc...	37	59	62	51	52	52	50
Tumeurs (cancer etc.....	6	8	7	9	9	8	11
Méningite simple.	25	10	17	14	13	13	8
Apoplexie, para- lysie, ramoliss.	24	16	11	23	21	21	14
Maladies organi- ques du cœur..	18	13	14	12	14	14	13
Pneum. et bron- chites aiguës...	24	28	31	24	36	35	25
Bronchites chro- niques.....	5	10	6	9	10	10	8
Diarrhée infantile	29	46	47	20	32	31	8
Fièvre puerpérale	1,5	1	4	2	2	2	1
Autres maladies puerpérales....		1	0,6		2	2	0,4
Débilité congéni- tale.....	7	1	5	7	6	6	5
Sénilité.....	12	3	7				
Suicide.....	1,5	4	3	11	9	9	6
Autres morts vio- lentes.....	9	3	3,4	6	5	5	4
Autres causes de mort.....	30	48	29	37	40	41	41
Causes inconnues	5	4	2	1	2	3	2
Total des décès..	261	289	283	260	292	289	234

« Ce tableau montre que la fièvre typhoïde a exactement la même fréquence à Gennevilliers que dans les autres communes suburbaines.

Nous insistons sur ce résultat parce que c'est la fièvre typhoïde que l'on soupçonne de pouvoir être propagée avec facilité par les irrigations. La rougeole a été un peu plus rare à Gennevilliers, Asnières et Colombes, que dans le reste de l'arrondissement.

La variole, la scarlatine, la coqueluche, sont exactement aussi répandues dans les uns que dans les autres. Le chiffre un peu élevé que l'on remarque pour la diphtérie est dû à ce que cette maladie a été assez fréquente à Asnières et à Colombes, en 1887 ; à Gennevilliers la moyenne annuelle n'a pas été dépassée.

La tuberculose des poumons et des autres organes, si fréquente à Paris, l'est encore davantage dans la banlieue ; mais elle est notablement plus rare à Gennevilliers ; la méningite simple, si souvent confondue avec la méningite tuberculeuse, serait au contraire plus fréquente dans cette localité.

La fièvre puerpérale n'est ni plus fréquente ni plus rare à Gennevilliers que dans les autres localités. Nous avons insisté sur les maladies épidémiques parce que ce sont elles surtout que l'on a redouté de voir propagées par les irrigations ; nous nous exposerions à des répétitions si nous continuions cette revue pour toutes les maladies.

Aussi bien le lecteur peut-il la faire lui-même sur notre tableau. Il se convaincra que les maladies de toute nature ne sont pas plus fréquentes à Gennevilliers et lieux voi-

sins que dans les autres localités de l'arrondissement de Saint-Denis.

Elles y sont même un peu plus rares, ce qui tient sans doute à ce que Gennevilliers, Asnières et Colombes, ne sont pas des centres industriels comme Clichy et Saint-Denis. On dira peut-être que l'eau d'égout peut ne pas souiller l'air, mais qu'elle souille les légumes qu'elle arrose ; que ce sont les légumes qu'on doit mettre en suspicion légitime, que ces herbes transportées à Paris pour y être vendues peuvent être soupçonnées de porter sur elles quelques microbes malfaisants et de donner la fièvre typhoïde à ceux qui les mangent ; que c'est là que réside le danger, et que sur ce danger nos chiffres ne fournissent aucune lumière.

Mais je pense que le lieu du monde où l'on mange le plus de légumes de Gennevilliers doit être Gennevilliers lui-même, et que même, on n'y doit pas en manger d'autres.

Si donc il est vrai que ces légumes peuvent être dangereux, nos chiffres recueillis pendant trois années de suite avec le plus grand soin nous en auraient dit quelque chose ; or, ils ne nous montrent rien de pareil.

Notre conclusion alors, est que l'état sanitaire des localités arrosées par l'eau d'égout n'est, depuis 3 ans, ni notablement meilleur ni pire que celui des autres localités du nord et de l'ouest de Paris ; que les maladies épidémiques notamment, n'y sont pas plus répandues, et que l'emploi de l'eau d'égout comme engrais n'exerce sur la santé publique aucune influence nuisible ».

(Dr Bertillon, *Revue scientifique*, mars 1888).

A cette statistique nous joindrons celles de 1892 et 1893 établies d'après les documents fournis par l'administration municipale.

Gennevilliers (population en 1894, 5.810 habitants). *Mortalité pendant les années 1892 et 1893.*

	1892	1893
Fièvre typhoïde.....	6	2
Variole.....	4	»
Rougeole.....	1	1
Scarlatine.....	2	
Coqueluche.....	2	1
Diphthérie (croup, angine couenn.)...	2	1
Phthisie pulmonaire.....	21	24
Méningite tuberculeuse.....	4	6
Autres tuberculeuses.....	3	4
Cancer et autres tumeurs.....	9	3
Méningite simple.....	»	»
Congestions, hémorrhagie céréb.....	8	5
Paralysie sans cause indiquée.....	»	»
Ramollissement cérébral.....	1	1
Maladies organiques du cœur.....	7	2
Bronchite aiguë.....	4	2
Bronchite chronique.....	»	1
Pneumonie, broncho-pneumonie.....	3	4
Diarrhée gastro-entérite dys.....	14	6
Choléra et autres maladies chol.....	13	7
Fièvre et péritonite puerpérales.....	1	»
Débilité congénitale.....	16	6
Sénilité.....	5	4
Suicides.....	»	1
Autres morts violentes.....	2	4
Autres causes de mort.....	»	23
Causes restées inconnues.....	6	2
Total des décès.....	131	111

On voit que l'ensemble de l'état sanitaire est plutôt meilleur que pendant les années 1885-1886-1887.

§ 4. — *Extension du système d'épandage.*

Nous avons vu que le volume des eaux polluées, vomies annuellement par les collecteurs, pouvait être évalué à 175 millions de mètres cubes. La loi du 4 avril 1889 limitant à 40.000 mètres cubes la quantité d'eau d'égout à répandre par hectare et par an, la surface nécessaire pour épurer ce volume est donc de 4.400 hectares environ.

Soixante-quatre millions de mètres cubes pourront être répandus par moitié à peu près sur les terrains d'Achères, concédés à la ville par la loi du 4 avril 1889, dont les travaux d'aménagement vont être terminés en 1895, et de Gennevilliers. Ceux-ci ont permis d'épurer et d'utiliser 33.421.299 mètres cubes en 1893 (*Notes de la Direction des Travaux*. Imprimerie Chaix, 1894).

Il restera dans un minimum de 2.800 hectares de terres perméables à trouver, pour épandre les 111.000.000 d'eaux d'égout restants.

La ville de Paris emploiera d'abord les terrains de Méry-sur-Oise qu'elle possède et qui mesurent 500 hectares. Elle trouvera, en outre, à acheter 2.300 hectares dans le voisinage des branchements projetés, mais elle ne s'en tiendra pas là; elle compte, en outre, étendre les

irrigations par les demandes qui lui sont faites par les nombreux propriétaires voisins, désireux d'employer à la fumure et à la culture de leurs champs les précieux engrais de la ville de Paris.

Voici quels sont les travaux en cours d'exécution, destinés à amener les eaux d'égout sur les terrains d'épandage.

A Clichy, et en partant de Clichy, un aqueduc principal traverse d'abord la Seine, une première fois en face de Clichy, puis il la franchit de nouveau au niveau d'Argenteuil et se dirige directement jusqu'à Herblay. Herblay est la fin du premier tronçon du grand aqueduc de cette conduite maîtresse, qui peut débiter 10 mètres cubes à la seconde.

Arrivée à Herblay, cette conduite se divise en trois branches : une branche qui conduit les eaux à irriguer dans le domaine d'Achères, après avoir traversé la Seine ; une seconde branche qui se dirige et s'élève du côté de Méry-sur-Oise et de Pierrelaye. La fin de cette seconde conduite domine un espace d'environ 10.000 hectares, susceptibles d'être irrigués.

C'est là un des points sur lequel l'irrigation pourra porter le plus fructueusement, parce qu'on se trouve dans des terrains qui sont caillouteux, excellents pour l'épandage.

La troisième branche, après avoir traversé de nouveau la Seine, se dirige du côté des Mureaux, c'est-à-dire en face de la ville de Meulan.

Là, on trouve aussi une grande plaine susceptible d'être irriguée, et dans ce trajet, la troisième conduite coupe

un cap qui s'appelle Carrières-sous-Poissy, dont le sol sablonneux est également propice à l'irrigation.

En additionnant la superficie des domaines appartenant à la ville, ou qui lui sont offerts, on arrive à un total de 4.600 hectares, sans compter les demandes des propriétaires sur lesquelles elle compte pour étendre le champ de ces opérations.

La loi du 10 juillet 1894 permet donc de réaliser complètement la troisième partie du programme que nous avons indiqué précédemment « épuration et utilisation des eaux d'égouts. »

Dans son article 6, elle prescrit à la ville de Paris de terminer tous les travaux nécessaires à l'irrigation agricole dans les points indiqués ci-dessus, dans le délai de cinq années. Délai suffisant pour assurer la réception des eaux polluées, lorsque le « tout à l'égout » sera achevé, c'est-à-dire dans dix ou douze ans, ainsi que nous l'avons vu précédemment.

CONCLUSIONS

Nous voici arrivé au terme de cette étude.

Nous avons constaté que le législateur avait prescrit l'installation du « tout à l'égout », et donné à la municipalité parisienne les ressources nécessaires pour assainir la ville de Paris.

Nous avons montré que les Parisiens recevaient des eaux de source captées à leur point d'émergence, amenées avec soin par des aqueducs couverts et des conduites fermées, à l'abri de l'air et des causes de contamination, jusqu'au robinet de consommation, à la dose (possible) de plus de 100 litres (bientôt 120) par jour et par habitant.

Que les eaux usées devaient être immédiatement évacuées dans l'égout public, et dirigées en dehors de la ville par un réseau de conduites souterraines unique au monde, réalisant l'application la plus remarquable du type unitaire.

Que l'épuration et l'utilisation des eaux d'égout auront lieu d'une manière complète dans douze ou quinze ans environ. Ces opérations portant actuellement sur le

1/5, et dans le courant de l'année 1895 sur le 1/3, du volume total reçu par les égouts.

Il nous reste à voir quels sont les résultats obtenus par l'application de ces prescriptions, et ce que l'on est en droit d'espérer lorsqu'elles seront entièrement réalisées.

Il est facile de voir tout d'abord que la Seine sera beaucoup moins infectée dès l'année 1895, puisqu'au lieu de 175 millions de mètres cubes d'eau d'égout, elle n'en recevra plus que 111 millions. Les habitants de la banlieue auront donc à leur disposition une eau moins souillée et par suite plus saine.

Si nous examinons ce qui se passe dans les villes où le « tout à l'égout » est appliqué, car ce système est pratiqué en Angleterre depuis 1848, il s'est répandu dans les villes anglaises, en Europe, et a même traversé l'Atlantique, nous voyons que toutes les grandes métropoles telles que Londres, Berlin, d'autres grandes villes moins importantes comme Bruxelles, Francfort, Odessa, etc... s'enorgueillissent d'avoir généralisé le « tout à l'égout » et ont constaté d'une façon absolument constante la diminution considérable de la mortalité à la suite des travaux exécutés à cet effet.

Depuis qu'il existe à Odessa une bonne eau potable, la canalisation traversant toute la ville avec épandage des eaux d'égout sur les champs voisins, le rejet des déchets à la mer, le pavage des rues et des cours, des abattoirs modèles, un laboratoire de bactériologie, une ambulance permanente pour les pauvres, la mortalité a été en diminuant de plus en plus.

On peut constater que pendant les périodes de :

1874-1876	la mortalité était de	32,49 0/00
1878-1883	—	30,42 —
1884-1886	—	26,14 —
1889-1893	—	25,60 —

La grande différence entre la deuxième et la troisième période correspond au moment de l'introduction de la canalisation du « tout à l'égout » et de l'eau potable (1).

Berlin qui a adopté le même système à la suite des expériences de Gennevilliers, a vu sa mortalité diminuer sensiblement.

En ce qui concerne l'état sanitaire et la transmission des maladies zymotiques, voici ce que disait M. Virchow (dont le nom est connu du monde entier), à la Société de Médecine de Berlin, le 8 février 1893.

« J'ai fait exercer une surveillance très active sur les terrains d'épandage, à chaque champ est attaché un médecin qui a pour mission, lorsqu'il se trouve en présence d'un cas de maladie, de transmettre à l'autorité tous les renseignements pouvant éclairer sur la nature et l'origine de cette affection ; or, je le répète, jusqu'ici aucun cas de fièvre typhoïde ne nous a été signalé.

Deux médecins sont, en outre, chargés de faire l'examen microscopique et bactériologique des eaux qui sor-

1. *Gazette hebdomadaire de la Russie Méridionale*, 1894.

tent de ces champs. Or, jamais ils n'y ont constaté la présence du bacille d'Eberth.

Loin de nuire à l'état sanitaire de Berlin, les champs d'épandage l'assainissent.

On a prétendu encore que le bétail nourri avec l'herbe provenant des champs d'épandage pouvait être infecté parce que les racines de cette herbe plongeaient dans l'eau d'irrigation. Pour réfuter cette objection, j'ai nourri exclusivement avec cette herbe un certain nombre de bestiaux, et cela pendant des mois. Or, tous ces animaux jouissent d'une santé florissante. »

En sa qualité de médecin des hôpitaux de Berlin, Wirchow envoie ses convalescents sur les champs d'épuration.

En 1894, il écrivait à M. Bechmann :

« Mon avis sur les champs d'irrigation n'a pas changé, je suis convaincu que ce système est le seul qui s'approche de l'idéal que nous cherchons. »

Dans cette même ville, M. le professeur Proust a constaté que la mortalité par la fièvre typhoïde par 100.000 habitants, a été :

1861 à 1870..	30,29 0/0.
1871 à 1880.....	23,05 0/0.
1881 à 1890.....	7,13 0/0.

C'est-à-dire lorsque l'assainissement a été terminé. Elle est donc tombée de 30 0/0 à 7 0/0.

La ville de Dantzig qui a terminé son assainissement en 1872, a vu sa mortalité par 100.000 habitants, causée par la fièvre typhoïde, diminuer sensiblement :

1871.....	99 0/0.
1873.....	29 0/0.
1878.....	15 0/0.

C'est-à-dire tomber de 99 0/0 à 15 0/0.

Quant à l'importance de l'assainissement d'une ville au point de vue de sa résistance contre la pénétration des maladies infectieuses, voici ce que dit M. le professeur Proust (*Débats parlementaires*, Sénat 1894).

« Il y a eu, en 1892, à Hambourg, une épidémie extrêmement grave de choléra.

Il est arrivé de Hambourg en Angleterre, 19 navires ayant le choléra à bord.

Vous savez que les anglais sont anti-quaranténaires. Ils prennent quelques mesures très sommaires, quelques visites médicales, quelques désinfections, etc. Malgré cela, les malades amenés sur ces 19 navires sont restés stériles ; aucune ville anglaise n'a eu le choléra. On a débarqué ces malades, on les a isolés, on a pris quelques mesures sanitaires, rien de plus.

Ce résultat est une des meilleures démonstrations de l'importance de l'assainissement de ce pays pour empêcher le développement des germes infectieux.

De même, à Berlin, vous savez qu'il y a 4 à 5 heures environ de chemin de fer entre Berlin et Hambourg ; on

avait pris, je le sais, des précautions sur la ligne ferrée, mais, alors qu'à Hambourg l'épidémie a été formidable, il ne s'est produit à Berlin que 32 cas de choléra.

On dira que ce sont les champs d'épandage qui ont été la cause de cette épidémie ; je remarque qu'à Hambourg il n'y en avait pas et qu'il y a eu 14.000 à 15.000 morts, tandis qu'à Berlin, je le répète, il y en a eu 32. »

Si maintenant nous considérons l'état sanitaire de la ville de Paris, nous voyons que depuis 1886, la mortalité a été en diminuant, alors que la quantité d'eau de source amenée et l'écoulement direct à l'égout ont été en augmentant.

La mortalité a été :

En 1880.....	25.37 0/00
1881.....	23.56 —
1882.....	25.33 —
1883.....	24.36 —
1884.....	24.42 —
1885.....	24.35 —
1886.....	24.33 —
1887.....	23.00 —
1888.....	22.00 —
1889.....	22.93 —
1890.....	22.80 —
1891.....	21.65 —
1892.....	22.47 —
1893.....	21.80 —
1894.....	19.72 —

Les chutes directes à l'égout ont été de :

En 1881.....	3
1882.....	135
1883.....	209
1884.....	286
1885.....	303
1886.....	367
1887.....	4 073
1888.....	1.816
1889....	3.062
1890.....	4.667
1891.....	6.556
1892.....	8.769
1893.....	10.934
1894.....	12.714

L'état sanitaire parisien n'a donc jamais été meilleur que pendant l'année 1894.

L'inspection des chiffres ci-dessus montre que la mortalité s'est abaissée de 1880 à 1894, de 5, 65 0/00.

Les mesures d'assainissement employées de plus en plus depuis 1882, et rendues obligatoires par la loi du 10 juillet 1894, ont donc produit cet admirable résultat de diminuer le nombre des décès de *quatorze mille* environ chaque année, et ont fait de Paris une des capitales les plus saines du monde.

Il est vrai que ce ne sont pas les seuls facteurs qui ont contribué à ce bon état sanitaire; avec l'amenée d'eaux potables pures, l'assainissement de l'habitation et du sous-sol de la voie publique, il faut citer l'amélioration géné-

rale de la voie publique, l'accroissement du bien-être général, la meilleure surveillance des denrées alimentaires, les progrès mêmes de l'éducation populaire, la destruction aussi complète que possible des germes infectieux des maladies transmissibles, etc... cependant, si nous ne sortons pas de notre sujet qui a pour objet le régime de l'assainissement consacré par la loi du 10 juillet 1894, nous voyons qu'en ce qui concerne la fièvre typhoïde, dont la diminution est la caractéristique du système du « tout à l'égout » nous constatons :

En 1876.....	2.032	Décès
1880.....	2.003	—
1882.....	3 214	—
1886.....	954	—
1888.....	756	—
1890.....	656	—
1892.. ..	476	—

Ces résultats sont des plus encourageants, et permettent d'espérer qu'ils seront encore meilleurs, quand la loi du 10 juillet 1894 sera appliquée d'une façon complète.

Il est donc à souhaiter que tous ceux qui en comprennent l'importance, médecins, architectes, hygiénistes en général, fassent tous leurs efforts pour que les prescriptions de cette loi soient observées le plus rapidement possible, de manière à abaisser encore la morbidité et la mortalité de la population parisienne, et épargner ainsi un grand nombre de souffrances et de vies humaines.

BIBLIOGRAPHIE

Annuaire de l'observation de Montsouris 1892-1893-1894-1895.

ARNOULD (J.). — Nouveaux éléments d'hygiène, 1895. Paris.

— Annales d'hygiène et de médecine légale.

BECHMANN. — Salubrité urbaine, distribution d'eau, assainissement (Paris, 1889).

BEDOIN. — Précis d'hygiène publique, 1891.

BELGRAND. — Les eaux nouvelles (Paris, 1884).

BERGERON (C.). — Assainissement de la Seine. Enquête sur l'origine des fièvres paludéennes observées à Gennevilliers pendant les années 1874-1875 et attribuées par les habitants de cette commune aux irrigations faites dans la presqu'île avec les eaux d'égout de Paris (Paris, 1875).

BERTILLON. — Etat sanitaire des localités irriguées à l'eau d'égout (Revue d'hygiène, 1889).

BOUCHARDAT. — Traité d'hygiène publique et privée, 3^e édition (Paris, 1887).

BOURNEVILLE. — Assainissement des villes et utilisations agricoles des eaux d'égout (Chaix, 1888).

— Rapport fait au nom de la commission chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet l'utilisation des eaux d'égout de Paris, et l'assainissement de la Seine.

— Réimpression avec notes, annexes supplémentaires (Paris, 1888).

BRUNFANT (J.). — Les odeurs de Paris, 2^e édition, 1882.

BUISINE. — Essai d'épuration des eaux d'égout.

- CARNOT (A.). — Sur le choix des terrains destinés à recevoir les eaux d'égout des villes (Association française pour l'avancement des Sciences. Nancy, 1886).
- CORFIELD. — Les maisons d'habitation selon les règles de l'hygiène, 1889.
- CORNIL. — Rapport au nom de la commission chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des Députés ayant pour objet l'utilisation agricole des eaux d'égout de Paris et l'assainissement de la Seine (1888).
- Utilisation agricole des eaux d'égout à Berlin (Broch. in-8, 1888).
- Comité (Recueil des Travaux du) consultatif d'hygiène publique de France, institué par le ministère de l'intérieur.
- Conseil d'hygiène publique et de salubrité du Département de la Seine.
- Travaux des commissions d'hygiène.
- Rapport général, 1884-1886.
- COUCHE. — Les eaux de Paris en 1884 (Paris, 1884).
- DESCHAMPS. — Rapport sur l'état sanitaire de Paris, 19 décembre 1894.
- DEPASSE. — Rapport à M. le Directeur des Travaux de Paris. 1889.
- DUMESNIL. — L'hygiène à Paris, 1890.
- DUPUY (Ed.). — Manuel d'hygiène publique et industrielle, 1891.
- DURAND CLAYE (A.) et LAUNAY. — Hydraulique agricole et génie rural.
- DURAND CLAYE (A.). — Etat de la question des eaux d'égout en France et à l'étranger (Rapport à la section du génie rural de la société des agriculteurs de France (Paris, 1881).
- Assainissement de Paris (Annales industrielles, 1881).
- De l'assainissement des villes (Congrès international d'hygiène), De La Haye, 1884.
- De l'assainissement de la Seine (Paris, 1885).
- DUVERDY (Ch.). — Des irrigations à l'eau d'égout. Paris, Berlin (Saint-Germain, 1883).

- Direction de l'assistance et de l'hygiène publique (au ministère de l'intérieur).
Statistique sanitaire des villes de France.
Encyclopédie d'hygiène et de médecine publique sous la direction de J. Rochard, 1890.
- FREYCINET (de). — Principes de l'assainissement des villes, 1870.
- FADOR. — Recherches hygiéniques sur l'air, le sol et l'eau.
- FOURNIE. — Rapport sur un projet de canal à la mer (1888).
Journal officiel, 1888, Chambre des Députés.
Journal officiel, 1894, sénat.
- GAUTHIER (L.). — Le tout à l'égout et l'assainissement de la Seine par l'utilisation agricole des eaux d'égout de Paris (Paris, 1888).
- HUET (Ed.). — Alimentation en eau et assainissement des villes (Paris, 1867).
- JOUANET (A.). — L'assainissement de Paris (Paris, 1885).
- MASSON. — Cabinets d'aisances pour habitations privées (Revue d'hygiène 1892).
- MARTIN (A.-J.). — Rapports sur l'assainissement de la voirie de l'Est (commission d'assainissement et de salubrité de l'habitation du conseil municipal de Paris, 11 mai 1894).
- MILLE (A.) et DURAND CLAYE (A.). — Notes sur les eaux d'égout (Paris, 1870).
— Emploi agricole des eaux d'égout (Paris, 1867).
- MILLE (A.). — Assainissement des villes par l'eau, les égouts, les irrigations. Paris, 1885.
- MIOTAT (E.). — Assainissement des égouts et des habitations, suppression complète de la vidange de la ville de Paris (Paris, 1881).
- MIQUEL. — Les organismes vivants de l'atmosphère.
- MOLLINS (J. de). — Hygiène publique (eau d'égout), 1891.
- OLLIVIER (Aug.). — Etudes d'hygiène publique, 1886.
- PALMBERG. — Traité d'hygiène publique, 1891.
- PIGNANT (P.). — De l'assainissement intérieur et extérieur des villes et de l'épuration des eaux d'égouts (Dijon, 1884).
- POINCARRÉ (L.). — Prophylaxie et géographie médicales des principales maladies tributaires de l'hygiène (1884).

PROUST. — Traité d'hygiène (Paris, 1887).

— Les champs d'épuration de Berlin (Revue d'hygiène 1888).

RICHARD. — Précis d'hygiène appliquée (Paris, 1891).

ROCHARD. — Question d'hygiène sociale, 1891.

— Traité d'hygiène sociale, 1888.

— Revue d'hygiène et de police sanitaire.

SCHLOESING et BÉRARD. — Rapport sur l'épuration des eaux des égouts de Paris.

VALLIN. — La station d'expériences de Lawrence pour l'épuration des eaux d'égout par le sol (Revue d'hygiène, 1893).

Vu : le Président de la thèse,

PROUST

Vu : le Doyen,

BROUARDEL

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

GRÉARD

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	5
CHAPITRE I. — L'eau à Paris.....	10
§ 1. — Eaux de sources.....	10
1 ^o Dhuis	11
2 ^o Vanne.....	12
3 ^o Avre.....	13
4 ^o Analyses chimiques et micrographiques des eaux de sources.....	15
§ 2. — Eaux de rivières.....	17
1 ^o Eaux utilisées.....	17
2 ^o Ourcq.....	17
3 ^o Seine.....	18
4 ^o Marne, Arcueil, puits artésiens, etc.....	18
§ 3. — De l'examen et des méthodes d'analyse micro- graphique des eaux.....	19
1 ^o Nécessité d'examiner les eaux.....	19
2 ^o Méthode d'examen et procédés d'analyse.....	21
CHAPITRE II. — Evacuation des eaux usées.....	23
1 ^o Eaux ménagères.....	24
2 ^o Eaux pluviales.....	26
CHAPITRE III. — Boues, immondices et matières de vidange.	28
§ 1. — Boues et immondices	29
§ 2. — Matières de vidanges.....	31
1 ^o Cabinets d'aisances.....	32
2 ^o Urinoirs	34

§ 3. — Evacuations des matières de vidange.....	35
1 ^o Fosses fixes.....	35
2 ^o Fosses mobiles.....	38
3 ^o Système diviseur.....	39
4 ^o Chutes directes à l'égout.....	39
5 ^o Voiries	41
CHAPITRE IV. — Tout à l'égout.....	46
§ 1. — Réseau d'égouts.....	47
1 ^o Constitution du réseau.....	47
2 ^o Pente des égouts.....	50
3 ^o Nettoyage des égouts.....	51
§ 2. — Composition chimique et bactériologique de l'eau et de l'air des égouts.....	53
§ 3. — Influence des égouts sur la santé des égouttiers et des habitants.....	57
§ 4. — Charges imposées aux propriétaires qui béné- ficient du tout à l'égout.....	61
CHAPITRE V. — Epuration et utilisation des eaux d'égout..	63
§ 1. — Epuration.....	64
§ 2. — Utilisation.....	71
§ 3. — Gennevilliers.....	76
1 ^o Distribution.....	78
2 ^o Drainage.....	79
3 ^o Résultats	80
§ 4. — Extension du système d'épandage.....	88
CONCLUSIONS.....	91

